

SÉRIE
N° D'ORDRE : 132

THÈSES

PRÉSENTÉES
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON
POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

TIEN KIU

LICENCIÉ ÈS SCIENCES PHYSIQUES

1^{re} THÈSE

RECHERCHES SUR LA SENSIBILISATION
DES PLAQUES PHOTOGRAPHIQUES PAR FLUORESCENCE

2^e THÈSE : PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ :

Soutenues le Février 1938 devant la Commission d'examen

Président : M. G. DÉJARDIN

Examineurs { MM. J. DUFAY
M. PRETTRE
A. SEYEWETZ

IMPRIMERIE DE TRÉVOUX PRÈS LYON
G. PATISSIER

1938

**RECHERCHES
SUR LA SENSIBILISATION DES PLAQUES PHOTOGRAPHIQUES
PAR FLUORESCENCE**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545905_0037

SÉRIE
N° D'ORDRE : 132

THÈSES

PRÉSENTÉES
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON

POUR OBTENIR
LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR
TIEN KIU
LICENCIÉ ÈS SCIENCES PHYSIQUES

1^{re} THÈSE

RECHERCHES SUR LA SENSIBILISATION
DES PLAQUES PHOTOGRAPHIQUES PAR FLUORESCENCE

2^e THÈSE : PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ :

Soutenues le Février 1938 devant la Commission d'examen

Président : M. G. DÉJARDIN
Examineurs { MM. J. DUFAY
M. PRETTRE
A. SEYEWETZ

IMPRIMERIE DE TRÉVOUX PRÈS LYON
G. PATISSIER

1938

UNIVERSITE DE LYON - FACULTE DES SCIENCES

Doyen

M. LONGCHAMBON, *, $\bar{\bar{A}}$, $\bar{\bar{A}}$.

Assesseur

M. VANEY, *, $\bar{\bar{A}}$ I., $\bar{\bar{A}}$.

Professeurs honoraires

MM. VESSIOT, C. *, $\bar{\bar{A}}$ I.

RIGOLLOT, *, $\bar{\bar{A}}$ I.

COUTURIER, *, $\bar{\bar{A}}$ I., $\bar{\bar{A}}$.

Professeurs

MM. DULAC, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Calcul différentiel et intégral.*

BEAUVIERE, *, $\bar{\bar{A}}$ I., $\bar{\bar{A}}$, *Botanique.*

MEUNIER, O. *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Chimie industrielle.*

SIRE, *, $\bar{\bar{A}}$ I., $\bar{\bar{A}}$, *Mécanique rationnelle et appliquée.*

VANEY, *, $\bar{\bar{A}}$ I., $\bar{\bar{A}}$, *Zoologie.*

CARDOT, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Physiologie générale.*

ROMAN, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Géologie.*

LOCQUIN, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Chimie générale.*

LONGCHAMBON, *, $\bar{\bar{A}}$, $\bar{\bar{A}}$ A., *Minéralogie.*

DOUIN, *, $\bar{\bar{A}}$, $\bar{\bar{A}}$ I., *Botanique.*

DÉJARDIN, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Physique générale.*

SOLLAUD, $\bar{\bar{A}}$ I., *Zoologie.*

THIBAUD, $\bar{\bar{A}}$ A., *Physique expérimentale.*

LEMARCHANDS, $\bar{\bar{A}}$ I., *Chimie appliquée.*

EYRAUD, $\bar{\bar{A}}$ I., *Mathématiques.*

FROMAGEOT, $\bar{\bar{A}}$ A., *Chimie biologique.*

AUMÉRAS, $\bar{\bar{A}}$ A., *Chimie physique.*

Maitres de conférences

MM. DŒUVRE, $\bar{\bar{A}}$ I., *Chimie organique.*

PRETTRE, *Chimie minérale.*

Maitres de conférences adjoints

MM. BONNET, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Zoologie générale et agricole.*

DONCIEUX, $\bar{\bar{A}}$ I., S. P. C. N.

Chargés de cours complémentaires

Mlle BACHRACH, $\bar{\bar{A}}$ I., *Physiologie.*

MM. DUFAY, $\bar{\bar{A}}$ I., *Astronomie et Physique supérieure.*

VIRET, $\bar{\bar{A}}$ I., *Etude des Roches.*

RANSON, *Géométrie supérieure.*

MAYET, *, $\bar{\bar{A}}$ I., $\bar{\bar{A}}$, *Anthropologie.*

PELOSSE, $\bar{\bar{A}}$ I., *Sériciculture.*

DARESTE DE LA CHAVANNE, $\bar{\bar{A}}$ I., *Géographie physique.*

SEYEWETZ, *, $\bar{\bar{A}}$ I., *Matières colorantes artificielles.*

THOVERT, *Physique.*

PIERRON, *Chimie.*

MERMET, *Mécanique des fluides.*

Secrétaire

M. ROUX $\bar{\bar{A}}$ A.



INTRODUCTION

La sensibilisation des plaques photographiques par fluorescence est devenue d'un emploi courant pour l'étude des radiations de longueurs d'onde inférieures à 2400 Å, fortement absorbées par la gélatine. LYMAN [1] est arrivé à sensibiliser des plaques ordinaires jusqu'à 580 Å avec l'huile *Nujol*, huile de paraffine commerciale. DUCLAUX et JEANTET [2] ont obtenu de bons résultats avec une solution glycérique d'esculine, dans la région spectrale 1950-1876 Å. Ils préfèrent cependant les huiles de graissage qui donnent une belle fluorescence bleue. Il suffit d'étendre quelques gouttes d'huile à la surface de la plaque avec un tampon d'ouate, ou mieux de plonger la plaque dans une solution d'huile dans un solvant organique volatil, comme l'éther de pétrole.

Cette méthode a été suivie par un grand nombre de chercheurs. Victor HENRI [3] a trouvé que, parmi les divers échantillons fournis par la maison Stern de Londres, l'huile pour transformateur N° T. 87 donnait les meilleurs résultats. Il suffit de plonger la plaque pendant quelques secondes dans une solution à $2 \cdot 10^{-3}$ de cette huile dans le pentane pour obtenir une grande sensibilité dans l'extrême ultra-violet, sans élargissement appréciable des raies.

HARRISON et HESTHAL [4] trouvent que l'emploi de l'huile *Nujol* augmente considérablement la sensibilité photographique dans la région 2500-2130 Å, surtout pour les plus courtes longueurs d'onde de cet intervalle. Ainsi, pour la raie 2144 Å, l'opacité obtenue avec le même temps de pose sur un film panchromatique traité par l'huile *Nujol* est 225 fois plus grande que sur un film identique non traité (différence de densité 2,35). De même, HELMICK [5] constate que la sensibilité d'une plaque panchromatique, qui s'arrêtait normalement à la raie 2369 Å, se prolonge jusqu'à la raie 2104 Å du cuivre, lorsqu'on l'a immergée dans une solution à $2 \cdot 10^{-3}$ d'huile de graissage dans le xylène. D'autre part, J. et J. F. Thovet [6] ont recommandé l'emploi de l'acide *salicylique* ou du *salicylate de sodium* pour sensibiliser des plaques dans l'ultra-violet lointain. Ces corps présentent sur les huiles un avantage important : il s'agit de produits bien définis et de fabrication courante, dont les propriétés sont rigoureusement déterminées ; tandis que la composition des huiles de graissage et leurs propriétés peuvent varier d'un échantillon à l'autre. Le salicylate de sodium est d'ailleurs très soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, ce qui rend son emploi particulièrement commode.

Les chimistes de la Eastman Kodak Company ont poursuivi des recherches sur un grand nombre de substances fluorescentes et R. E. BURROUGHS [7] a signalé que l'ester éthyl carboxylique de dihydrocollidine donnait des résultats parfaitement satisfaisants. Et ALLEN et FRANKLIN de l'Université de Pennsylvania [8] ont utilisé avec succès pour l'ultra-violet extrême une solution d'acide 2-naphtylamine-6:8-disulfonique avec un excès de carbonate de sodium.

Récemment, HUNTER et PEARSE [9] ont comparé, dans l'ultra-violet, les résultats donnés par les plaques *Imperial* ordinaires, des plaques Schumann (*Hilger* et *Agfa*), des plaques spéciales pour ultra-violet (Eastman et *Agfa*), des plaques Q de Ilford et des plaques *Imperial* traitées par des sensibilisateurs : anthracène, salicylate de sodium, vaseline et différentes huiles minérales. Ils ont trouvé que : a) pour des poses courtes, toutes les autres plaques, à l'exception des plaques Q₂ de Ilford, donnent une densité moindre que les plaques *Imperial* ordinaires ; b) les plaques sensibilisées ont des contrastes exagérés et leur densité de saturation ou maximum est beaucoup plus grande que celle de la plaque *Imperial* ordinaire.

Les propriétés des plaques sensibilisées par fluorescence ont été moins étudiées dans l'ultra-violet moyen et dans le proche ultra-violet, car la sensibilisation par fluorescence n'est nullement indispensable pour des radiations non absorbées par la gélatine. Cependant, HARRISON [10] a étudié l'action de 4 échantillons d'huile de paraffine commerciale (*Nujol*, *Lab. Lub. 1*, *Lab. Lub. 2* et *american oil Russian*) dans la région spectrale 3800-2100 Å. Il a trouvé, pour divers types de plaques (*Process*, *Seed 23* et *Mellington Super-Xtreme*), une augmentation considérable du facteur de contraste γ et de la sensibilité pour les plus courtes longueurs d'onde comprises entre 2100 et 2400 Å. Mais, au-dessus, la sensibilité était au contraire diminuée, et cela d'autant plus qu'il s'agissait de longueurs d'onde plus grandes. En définitive, la sensibilité accrue vers les courtes longueurs d'onde, diminuée vers les grandes longueurs d'onde, devenait beaucoup plus uniforme entre 3800 et 2100 Å.

De même, HARRISON et LEIGHTON [11] ont incorporé de l'*esculine* à l'émulsion et trouvé que le facteur de contraste γ des plaques ainsi préparées était constant entre 3900 et 2300 Å.

D'autre part, DUBOULOZ et CHEVALIER [12, 13], DÉJARDIN, SCHWÉGLER et TERRIEN [15, 15, 16] et LATARJET [17] ont utilisé, pour l'étude des radiations ultra-violettes, des cellules photoélectriques sensibilisées par fluorescence en recouvrant d'une couche de salicylate de sodium la fenêtre de la cellule. Ils ont constaté que le rendement quantique de fluorescence du salicylate reste constant dans une région spectrale assez étendue. Je me suis proposé, depuis 1935 [18], d'étudier systématiquement entre 5790 et 2500 Å, les propriétés des plaques photographiques traitées par des solutions de salicylate de sodium et quelques autres substances fluorescentes dans le but de rechercher dans quelles conditions on pourrait obtenir une sensibilisation des plaques par fluorescence. Je me suis attaché surtout à déterminer les courbes de noircissement, et à comparer les *facteurs de contraste* γ et γ' et la *sensibilité relative* des plaques sensibilisées par ces substances à ceux des plaques identiques, n'ayant subi aucun traitement.



Ce travail a été fait au Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire de Lyon sous la direction de M. J. DUFAY, Directeur des Observatoires de Lyon et de Haute-Provence, à qui je dois exprimer ma profonde gratitude pour les conseils qu'il m'a prodigués avec tant de bonne grâce au cours de mes recherches. Je tiens à remercier M. G. DÉJARDIN, Directeur de l'Institut de Physique Générale de l'Université de Lyon, qui s'intéressant beaucoup à mon travail, a bien voulu me donner d'utiles renseignements et mettre à ma disposition une partie du matériel dont je me suis servi, et M. SEYEWETZ, Sous-Directeur de l'Ecole de Chimie, MM. PERRIGOT et PERRONET, Ingénieurs à la Maison Lumière, M. PELLETIER, Ingénieur-Chimiste, et M. LAHOUSSE, Chef de Laboratoire aux Usines du Rhône, qui ont bien voulu me fournir une partie des produits fluorescents.

Il m'est aussi un impérieux devoir, c'est de présenter mes sentiments de très respectueuse reconnaissance à M. LI SHOU-HOA, Vice-président de l'Académie Nationale de Peiping, et M. LI LIN-YU, Recteur de l'Université Franco-Chinoise de Peiping qui, avec la plus grande bienveillance, n'ont jamais cessé de me prodiguer leurs encouragements affectueux. Enfin, je dois exprimer ma gratitude à l'Institut Franco-Chinois de Lyon qui m'a gardé comme boursier pendant toute la durée de mes études en France.

CHAPITRE PREMIER

Montage optique et technique des expériences

1. — **Montage optique.** — Le montage réalisé est représenté figure 1. L'arc au mercure A , dont la surface utile est limitée par le diaphragme O , de 40 mm. de diamètre, éclaire à peu près normalement le disque de plâtre D , de 15 cm. de diamètre, placé à 50 cm. environ du diaphragme O .

Le spectrographe à optique de quartz comprend un prisme de Cornu P et deux lentilles de quartz L_1 et L_2 de 50 cm. de distance focale (dans le spectre visible), dont

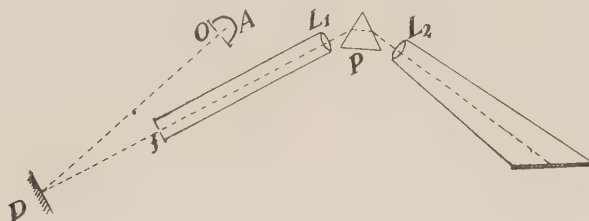


FIG. 1

l'une sert de collimateur, l'autre d'objectif de chambre. Sa fente f reçoit la lumière diffusée par le disque de plâtre D , dont elle est distante d'environ 30 cm.

Par rapport à chaque point de la fente, la surface utile du diffuseur D est sensiblement un petit cercle de 25 mm. de diamètre ; elle peut donc être considérée comme éclairée d'une manière tout à fait uniforme.

2. — **Contrôle de la source.** — Un arc au mercure de la maison Gallois (Type R.P. 3) a servi dans cette recherche. Cet arc, muni d'un transformateur servant à

abaisser le voltage, fonctionne sur le secteur de 110 volts. Il donne des raies intenses depuis le jaune jusqu'à l'ultra-violet lointain.

Il est nécessaire, pour des mesures de spectrophotométrie photographique, que l'intensité de chacune des radiations émises par l'arc demeure constante pendant une série d'expériences.

Pour un tube de forme donnée, la brillance totale et la brillance monochromatique varient en fonction de la température de la cathode en mercure et de celle de la vapeur de mercure, et ces températures dépendent à leur tour d'abord des conditions d'alimentation, et aussi du refroidissement [19]. Comme le tube est fermé, la pression extérieure n'a pas d'influence sur la pression à l'intérieur du tube, mais la température ambiante peut intervenir sur la condensation des vapeurs de mercure qui, dissociées en ions, servent au transport du courant électrique. Pour avoir un régime stable de l'arc au mercure, il faut donc que le secteur soit constant et que la température ambiante ne varie pas sensiblement.

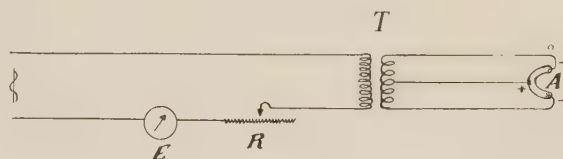


FIG. 2

Il est facile d'assurer la constance du refroidissement dans une salle où la température est sensiblement constante, en évitant tout courant d'air froid au voisinage du tube. Il est beaucoup plus difficile de maintenir constant le courant d'alimentation. On contrôle plus commodément l'intensité du courant dans le circuit primaire du transformateur que dans le circuit secondaire, et cela revient pratiquement au même, puisque l'impédance est constante dans le transformateur dont le circuit électromagnétique est invariable.

Pour compenser les variations fortuites de tension qui se produisent aux bornes du secteur, j'ai intercalé (voir figure 2) dans le circuit primaire du transformateur *T* un ampèremètre sensible *E* et un rhéostat *R* qui me servait à maintenir constante l'intensité du courant primaire, et par suite la tension aux bornes du transformateur.

J'ai cherché du reste à travailler surtout pendant les heures où le secteur variait le moins, et les clichés pendant la prise desquels des variations assez sensibles s'étaient produites, ont été rejetés. L'arc était toujours allumé une demi-heure au moins avant le début des expériences, pour qu'il ait atteint un régime stable.

3. — Dispositif de réduction de l'éclairement : échelon platiné. — Pour éviter en grande partie les inconvénients pouvant provenir des variations d'intensité de l'arc, il est bon de réduire au minimum le nombre des poses nécessaires à l'étalonnage des clichés.

A cet effet, on a disposé sur la fente f du spectrographe un échelon de quartz platiné préparé par pulvérisation cathodique, comprenant 5 bandes de densités différentes. Ainsi la courbe de noircissement d'une plaque à éclairnement variable (et temps de pose constant) pourra être tracée à l'aide d'une seule pose et sera, dans une très large mesure, indépendante des variations possibles de l'arc. Celles-ci n'interviendront guère que dans le tracé des courbes de noircissement à temps de pose variable qui exigent naturellement des expositions successives, et dans l'étalonnage de l'échelon platiné.

4. — Etalonnage de l'échelon platiné. — Un tel échelon doit en effet être étalonné pour toutes les radiations utilisées.

L'étalonnage a été effectué sur le spectrographe lui-même, l'échelon étant en place sur la fente f , par la méthode classique des diaphragmes. On place successivement con-

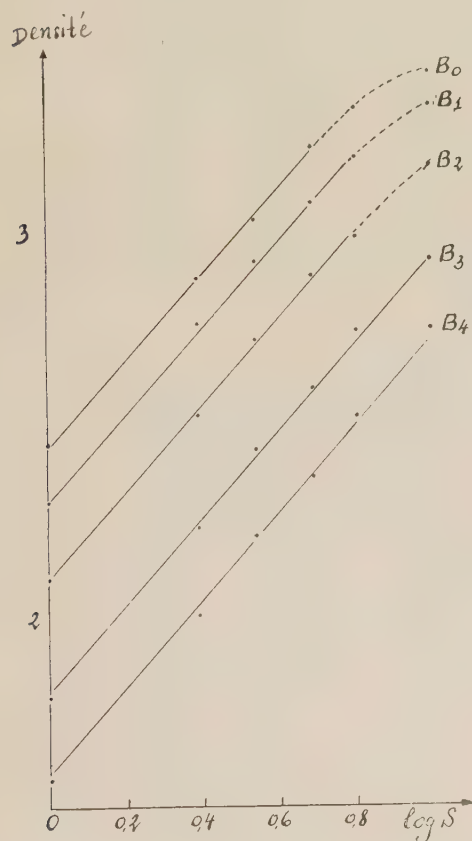


FIG. 3

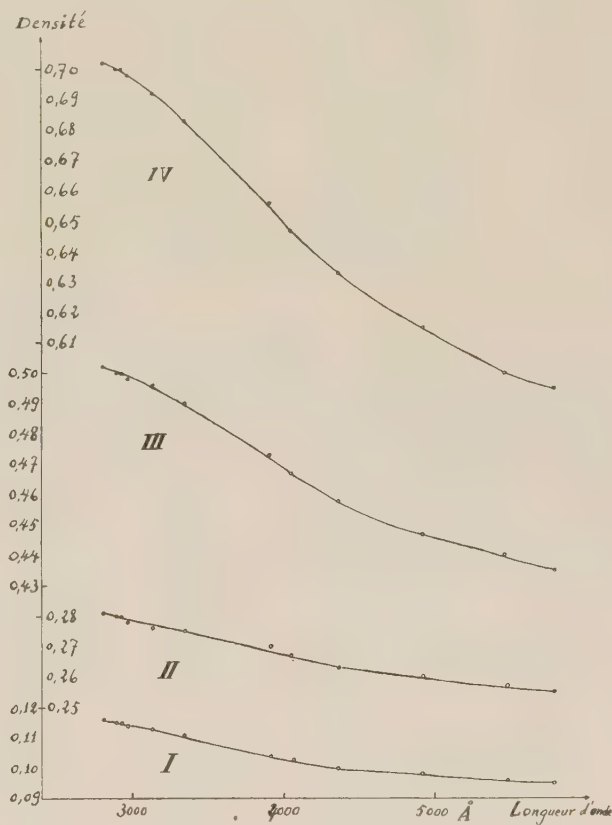


FIG. 4

tre la face de sortie du prisme, des diaphragmes présentant une ouverture rectangulaire. La largeur de ces ouvertures (perpendiculaire à l'arête du prisme) est la même pour tous les diaphragmes ; au contraire, la hauteur (parallèle à l'arête du prisme) varie d'un dia-

TABLEAU I.

<i>Longueur d'onde</i>	<i>1-0</i>	<i>2-1</i>	<i>3-2</i>	<i>4-3</i>
5790 Å	0,095	0,16	0,18	0,16
5461	0,096	0,161	0,183	0,16
4916	0,098	0,162	0,187	0,168
4358	0,10	0,163	0,195	0,175
4047	0,103	0,164	0,20	0,18
3906	0,104	0,166	0,203	0,183
3341	0,111	0,164	0,215	0,193
3130	0,113	0,163	0,22	0,196
2967	0,114	0,164	0,22	0,197
2925	0,115	0,165	0,22	0,197
2893	0,115	0,165	0,22	0,20
2803	0,116	0,165	0,221	0,20

TABLEAU II.

<i>Longueur d'onde</i>	<i>1-0</i>	<i>2-0</i>	<i>3-0</i>	<i>4-0</i>
5790 Å	0,095	0,255	0,435	0,595
5461	0,096	0,257	0,44	0,60
4916	0,098	0,26	0,447	0,615
4358	0,10	0,263	0,458	0,633
4047	0,103	0,267	0,467	0,647
3906	0,104	0,27	0,473	0,656
3341	0,111	0,275	0,49	0,683
3130	0,113	0,276	0,496	0,692
2967	0,114	0,278	0,498	0,697
2925	0,115	0,28	0,50	0,70
2893	0,115	0,28	0,50	0,70
2803	0,116	0,281	0,502	0,702

phragme à l'autre, mais le milieu de la hauteur est pour tous au même niveau. On peut alors admettre que, pour toutes les longueurs d'onde, l'éclairement de la plaque est proportionnel à la surface de l'ouverture rectangulaire, à condition que, sur la face de sortie du prisme, l'éclairement ne varie pas le long d'une droite parallèle à l'arête. Cette condition est facile à réaliser lorsqu'on éclaire le spectrographe au moyen d'une source large telle que notre diffuseur de plâtre. On a vérifié qu'elle était satisfaite en impressionnant une plaque photographique placée contre le prisme et en mesurant au microphotomètre les densités obtenues en différents points. La densité varie naturellement suivant la *largeur* de la plaque, puisque celle-ci n'est pas normale au faisceau, mais non suivant sa *hauteur*.

TABLEAU III.

<i>Longueur d'onde</i>	<i>1-0</i>	<i>2-1</i>	<i>3-2</i>	<i>4-3</i>
5461 Å	0,094	0,168	0,179	0,174
4358	0,106	0,168	0,201	0,192
3660	0,104	0,167	0,227	0,201
2967	0,113	0,170	0,230	0,212

Six poses de même durée ont été faites sur deux plaques de la même boîte avec 6 diaphragmes différents ; les deux plaques sont développées simultanément. Soit S la surface libre des diaphragmes ; en portant en abscisses $\log S$, en ordonnées la densité D , mesurée au microphotomètre, on obtient, pour chaque radiation, et pour chaque bande de l'échelon, une courbe de noircissement déterminée à l'aide de 6 points. La figure 3 représente, à titre d'exemple, les 5 courbes de noircissement relatives à la raie 2967 Å ainsi tracées pour les 5 bandes de l'échelon. Dans la région d'exposition normale, les courbes peuvent être superposées par une translation parallèle à l'axe des abscisses, et la translation qu'il faut faire subir à l'une d'elles pour la superposer à une autre mesure précisément la *différence de densité* des deux bandes correspondantes de l'échelon.

Ces expériences d'étalonnage ont été répétées trois fois et le tableau I donne pour 12 raies du mercure la différence de densité entre les bandes successives de l'échelon d'après la moyenne des résultats. Le tableau II donne la différence de densité entre les bandes 1, 2, 3, 4 et la bande 0 où le quartz n'a pas été recouvert de platine. La figure 4 montre, pour chacune des bandes, la variation de la densité en fonction de la longueur d'onde. On voit que, pour chaque épaisseur de platine, la densité augmente sensiblement quand la longueur d'onde diminue de 5790 à 2803 Å. L'écran de quartz platiné n'est donc pas neutre. Ces résultats concordent parfaitement avec ceux que MM.

DÉJARDIN et CAVASSILAS ont obtenus récemment, par une méthode très différente, pour des écrans préparés d'une manière analogue [20].

A titre de vérification, j'ai mesuré à nouveau les différences de densités des bandes successives pour quelques radiations, avec le dispositif à cellule photoélectrique de MM. DÉJARDIN et CAVASSILAS. L'échelon était alors placé contre la fente de sortie du monochromateur de quartz. Le tableau III donne les résultats ainsi obtenus et le tableau IV les différences C—P entre les mesures faites à la cellule (C) et les mesures photographiques (P).

TABLEAU IV.

<i>Longueur d'onde</i>	<i>1-0</i>	<i>2-1</i>	<i>3-2</i>	<i>4-3</i>
5461 Å	—0,002	+0,007	—0,004	+0,014
4358	+0,006	+0,005	+0,006	+0,017
2967	—0,001	+0,006	+0,010	+0,015

Pour les quatre premières bandes de l'échelon, les différences C—P sont toujours inférieures à 0,01. Pour la cinquième bande, comparée à la quatrième, il semble exister une différence systématique d'environ +0,015. Elle peut provenir d'une part de la difficulté que présente la mise en place exacte de l'échelon sur la fente de sortie du monochromateur (la largeur de chaque bande est de l'ordre de 1 à 2 mm.) ; d'autre part du petit nombre de déterminations faites avec l'appareil à cellule. Dans l'ensemble, l'accord des mesures faites par les deux méthodes peut être considéré comme très satisfaisant.

5. — Précision de l'étalonnage. — Dans la région d'exposition normale, les mesures de photométrie photographique conduisent à une interpolation linéaire. Soit donc, d'une manière générale, une droite $y = y_0 + \gamma x$ déterminée à l'aide des deux points A et B dont les coordonnées sont respectivement x_1, y_1 et x_2, y_2 (figure 5). On détermine l'abscisse inconnue x d'un point M en mesurant son ordonnée y . Les erreurs commises dans les mesures des abscisses x_1 et x_2 ayant pour limite supérieure η , et les erreurs commises dans les mesures des ordonnées y_1, y_2 et y ayant pour limite supérieure ε , on sait [21] que l'erreur maxima sur x est :

$$(1) \quad \delta x = \frac{2\varepsilon}{\gamma} + \eta$$

Cette formule peut être établie graphiquement sans aucun calcul. Les deux points A et B sont l'un et l'autre à l'intérieur d'un rectangle de côtés 2η et 2ε . Le segment de

la droite AB peut donc prendre une position quelconque entre A_1B_1 et A_2B_2 . L'erreur δx prend sa valeur maximum par défaut lorsque la droite réelle est A_1B_1 et que l'erreur sur y a sa valeur maximum par défaut ε . La position réelle du point M serait alors M'. Projetons M' sur la droite d'ordonnée y qui passe par M. L'erreur δx est représentée par :

$$\overline{MH} = \overline{MK} + \overline{KH}.$$

Mais $\overline{KH}$ est visiblement $\frac{\varepsilon}{\gamma}$; tandis que :

$$\overline{MK} = \overline{AA'} = \eta + \frac{\varepsilon}{\gamma}.$$

D'où la formule (1).

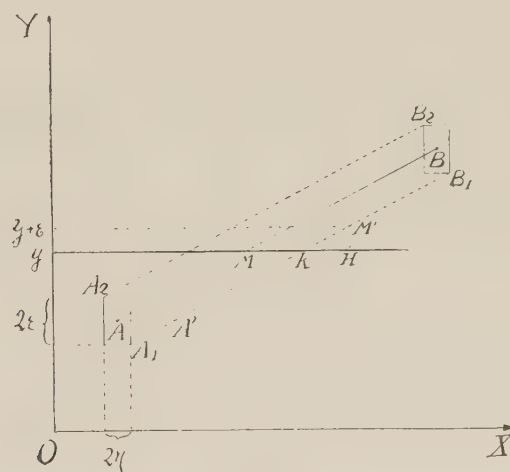


FIG. 5

Lorsqu'il s'agit de déterminer la distance à la droite AB d'un point N de coordonnées x et y , à l'erreur précédente de la formule (1) s'ajoute l'erreur η sur l'abscisse du point N et l'on a :

$$(2) \quad \delta x = 2 \left(\eta + \frac{\varepsilon}{\gamma} \right).$$

Lorsqu'on détermine la différence des abscisses entre une droite AB et une autre droite parallèle à AB comme dans le cas actuel de l'étalonnage de l'échelon, il n'y a pas à faire intervenir l'erreur $\varepsilon = \overline{M'H}$ sur l'ordonnée qui est choisie arbitrairement ; l'erreur à craindre est deux fois $\overline{MK}$ provenant de la détermination des deux droites individuelles d'une façon analogue. On retombe donc sur l'expression (2).

Si l'intensité de la source lumineuse était rigoureusement constante, l'erreur η sur le logarithme de l'éclairement E proviendrait uniquement de l'erreur sur la mesure de la surface S des diaphragmes et l'on aurait :

$$\delta \log E_1 = \delta \log S = \frac{1}{2,3} \cdot \frac{\delta S}{S}.$$

Les dimensions linéaires des diaphragmes ont été mesurées avec un microscope micrométrique permettant de lire le micron, mais leur bord n'est pas défini avec une telle précision. On peut admettre que ces dimensions sont connues à 0,01 mm. près. La largeur a est, pour tous les diaphragmes, 28 mm. ; la hauteur b du plus petit est 3 mm. Dans le cas même le plus défavorable, on a donc :

$$\frac{\delta S}{S} = \frac{\delta a}{a} + \frac{\delta b}{b} = 0,01 \left(\frac{1}{28} + \frac{1}{3} \right) = 0,00369$$

et

$$\delta \log E_1 = \frac{0,00369}{2,3} = 0,0016.$$

Mais, en réalité, on ne peut pas assurer que l'intensité lumineuse de l'arc était rigoureusement invariable ; car la constance du courant d'alimentation de 4 ampères n'était assurée qu'à 0,02 ampères près. Une variation δi de l'intensité du courant peut entraîner sur l'éclairement une variation δE_2 telle que :

$$\frac{\delta E_2}{E_2} = k \frac{\delta i}{i},$$

et le facteur k doit être au plus de l'ordre de 4. (On sait que la variation d'énergie électrique W n'est en effet que $\frac{\delta W}{W} = 2 \frac{\delta i}{i}$). D'autre part, la durée de pose t est exécutée à 0,4 secondes près sur 10 minutes, soit $\frac{\delta t}{t} = 0,00067$ qui est tout à fait négligeable. On a donc :

$$\eta = \delta \log E = 0,0016 + \frac{4}{2,3} \cdot \frac{0,02}{4} = 0,0104.$$

D'autre part, les densités sont mesurées au microphotomètre de FABRY et BUISSON à 0,01 près. Nous aurons finalement :

$$\delta x = 2 \left(0,0104 + \frac{0,01}{\gamma} \right).$$

Le facteur de contraste γ est compris entre 1 (dans l'ultra-violet) et 2,5 (dans le spectre visible), d'où pour δx les limites supérieures :

$$\begin{array}{ll} 0,0408 & \text{dans ultra-violet,} \\ 0,0288 & \text{dans spectre visible.} \end{array}$$

Mais tout ce qui précède suppose que l'on mesure seulement la distance de deux droites déterminées chacune par *deux points* seulement, alors qu'en réalité les deux droites sont déterminées l'une et l'autre par plus de deux points. Dans l'ultra-violet, j'utilise les 6 points, dans le spectre visible 3 points au moins peuvent tomber dans la région d'exposition normale. Il y a donc lieu de penser que les différences de densité des bandes successives de l'échelon sont connues avec une précision de :

$$\frac{0,0408}{\sqrt{6-1}} = 0,0183 \quad \text{dans l'ultra-violet,}$$

et

$$\frac{0,0288}{\sqrt{3-1}} = 0,0204 \quad \text{dans le spectre visible.}$$

6. — Préparation des plaques fluorescentes. — Le traitement des plaques par diverses solutions fluorescentes a toujours été effectué suivant la même technique.

Les plaques sont immergées dans la solution pendant une ou deux minutes, temps suffisant pour que la gélatine soit mouillée d'une manière homogène. Cette opération est naturellement faite dans une chambre complètement obscure ; on peut cependant s'éclairer faiblement avec une lampe rouge foncée, lorsqu'il ne s'agit pas de plaques sensibles au rouge. Les plaques ne portant pas au dos d'enduit anti-halo sont choisies de préférence, chaque fois que cela est possible, pour éviter une dissolution de l'enduit, surtout à craindre dans les solutions aqueuses.

Aussitôt après, les plaques sont mises à sécher. Le séchage doit s'opérer aussi rapidement que possible, à l'abri des poussières. Le séchoir qui a été construit en vue de ces expériences est constitué par une sorte de petite armoire étanche à la lumière dans laquelle on fait circuler un courant d'air filtré et chaud. Celui-ci est produit par un ventilateur fonctionnant par un petit moteur électrique et une résistance chauffante. Le circuit du moteur et celui de la résistance ont été rendus indépendants de manière à pouvoir faire cesser le chauffage à volonté. Un thermomètre dont le réservoir est placé dans la boîte et dont la colonne émerge, permet de surveiller la température et de la maintenir au voisinage de 25°.

Les plaques sont placées horizontalement dans la boîte. La durée du séchage, variable suivant les solutions utilisées, est de l'ordre de 4 à 5 heures dans le cas des solutions aqueuses de salicylate de sodium. Elle est plus courte avec toutes les autres solutions que j'ai étudiées.

On ne saurait trop insister sur l'importance de cette opération. Un séchage trop lent donne souvent des plaques défectueuses, dont la sensibilité n'est pas uniforme sur toute la surface. Une température trop élevée produit une fusion plus ou moins complète de la gélatine.

7. — Impression et développement. — On se propose de comparer les courbes de noircissement d'une plaque ainsi traitée à celles d'une plaque identique n'ayant subi au-

cun traitement (plaque témoin). On choisit toujours comme plaque témoin la plaque qui, dans la même boîte, était placée, gélatine contre gélatine, au contact de la plaque traitée. Dans bien des cas, ces plaques se tiennent encore par la gélatine.

Les deux plaques reçoivent successivement, dans le spectrographe, des impressions identiques. On fait en général, sur chacune d'elles, 4 poses successives dont les durées croissent en progression géométrique, avec une raison de l'ordre de 2 à 3. Chaque pose permet de tracer une courbe de noircissement à éclairnement variable à l'aide de l'échelon platiné. Mais, comme l'intensité varie beaucoup de l'une à l'autre des raies du mercure, les régions d'exposition normale correspondent à des poses très différentes pour les diverses raies. Il est donc nécessaire de disposer d'une série de poses bien différentes pour construire les courbes de noircissement à éclairnement variable (et temps de pose constant) du plus grand nombre de raies possible.

D'autre part, ces poses successives serviront à tracer, pour chaque bande de l'échelon, les courbes de noircissement à temps de pose variable. En général, j'impressionne successivement deux couples de plaques, permettant de rassembler 8 poses de durées croissantes.

Les plaques sont développées 24 h. environ après l'impression, de manière à être pratiquement à l'abri des erreurs pouvant provenir de l'évolution de l'image latente. Le révélateur au génol-hydroquinone est préparé suivant la formule dit « à grands contrastes » de BALDET [22] :

Eau	q. s. p. 1000 cc.
Génol	1,5 gr.
Sulfite de sodium	50 »
Hydroquinone	12 »
Carbonate de potassium	50 »
Bromure de potassium	1 »

On développe simultanément, dans le même bain, la plaque témoin et la plaque traitée. Pour avoir des conditions bien comparables pour toute une série de plaques, je me suis astreint à utiliser toujours une même quantité (200 cc. pour 2 plaques 9×12) de révélateur, à la même concentration et à développer toujours pendant le même temps à la même température. Il est préférable de développer à la température ambiante plutôt que de chauffer le révélateur avant usage, car les conditions de refroidissement au cours du développement diffèrent alors souvent par agitation d'une plaque à l'autre.

CHAPITRE II

Etude des clichés

8. — **Emploi du microphotomètre de Fabry et Buisson.** — Toutes mes expériences ont été faites en donnant à la fente du spectrographe une largeur assez grande, de l'ordre de 0,5 mm. Dans ces conditions, les images des raies sont des rectangles à bords assez nets, où la densité est pratiquement uniforme. On peut mesurer facilement celle-ci au microphotomètre visuel de Fabry et Buisson, qui présente sur les appareils enregistreurs à cellule photoélectrique ou à thermo-élément les avantages suivants :

- 1°) plus grande rapidité des mesures ;
- 2°) obtention directe de densités sans passer par l'intermédiaire d'élongations ;
- 3°) bonne sensibilité dans un intervalle de densités très étendu.

J'ai donc utilisé surtout au cours de ce travail le microphotomètre de Fabry et Buisson. La précision des mesures est à peu près indépendante de la densité tant que celle-ci est comprise entre 1 et 3,5. La partie rectiligne de la courbe de noircissement se trouve, en général, dans cette région. Pour des densités supérieures à 3,5, il y a lieu d'augmenter la brillance de la source d'éclairage ; et au contraire, pour des densités inférieures à 1, il faut réduire celle-ci, car la précision des mesures photométriques exige que la brillance des plages ne soit ni trop grande ni trop petite.

9. — **Emploi du microphotomètre enregistreur de Moll.** — Le microphotomètre enregistreur à thermo-élément de Moll convient spécialement à la mesure des densités faibles. On déduit la densité des enregistrements de la manière suivante :

Soit d l'élongation lue sur les courbes d'enregistrement à partir de la ligne d'obscurité ; nous pouvons écrire que, pour de petites déviations du galvanomètre, l'élongation d est proportionnelle au flux lumineux F reçu par le thermo-pile. On a :

$$d = kF .$$

Si l'on désigne par F_0 le flux à l'entrée du cliché de densité D ,

$$d = kF_0 \cdot 10^{-D}.$$

La densité D est donc liée à l'élongation d par une relation de la forme :

$$D = A - \log d,$$

où la constante A est le logarithme de kF_0 .

J'ai déterminé d'abord, par des essais successifs, la vitesse limite qu'il ne faut pas dépasser dans le déplacement du cliché, pour que les courbes d'enregistrement soient correctes (0,8 mm. par minute avec le grandissement 6). Les graphiques obtenus en enregistrant plusieurs fois de suite le même cliché sont alors rigoureusement superposables.

10. — Comparaison des indications données par les deux instruments. Précision des mesures. — Pour vérifier la relation précédente, j'ai construit un diagramme en por-



FIG. 6.

tant en abscisses les logarithmes changés de signe des élongations mesurées sur les enregistrements, et en ordonnées les densités correspondantes mesurées au microphoto-

mètre de Fabry et Buisson. Les points ainsi obtenus doivent se placer sur une droite de pente I. J'ai utilisé à cette vérification quatre clichés comprenant un grand nombre de poses variées (voir tableau XV), qui ont été étudiés avec les deux microphotomètres. La figure 6 montre qu'effectivement les points se placent bien au voisinage d'une droite de pente I, et d'ordonnée à l'origine 0,51. Les elongations d y sont exprimées en décimètre. J'ai donc pu utiliser concurremment les mesures faites avec les deux instruments en passant des elongations d aux densités par la relation :

$$D = 0,51 - \log d .$$

Dans le cas le plus favorable, les elongations ne peuvent être mesurées qu'à 0,1 mm. près ; l'erreur relative $\Delta D = 2,3 \Delta d/d$ qui en résulte sur la densité est donnée dans la dernière colonne du tableau V pour diverses valeurs de densité D .

TABLEAU V.

D	d (en mm.)	ΔD
0,5	100	0,0023
1,0	30	0,0076
1,5	10	0,023
2,0	3	0,076
2,5	1	0,230

On voit que pour une densité voisine de 1,5, l'enregistreur donne déjà une erreur ΔD plus grande que le microphotomètre de Fabry et Buisson, pour lequel on a sensiblement $\Delta D = 0,01$, quelle que soit la valeur de densité entre 1 et 3,5.

TABLEAU VI.

ΔV	$\Delta V/V$	$\Delta d/d$	ΔD
0 ^v ,01	1/400	1/200	0,0115
0 ^v ,02	1/200	1/100	0,023
0 ^v ,05	5/400	1/40	0,0575

Ce qui précède suppose naturellement invariable la tension d'alimentation de l'éclairage du microphotomètre de Moll. Or, cette condition est très importante au point de vue de la précision. Le rhéostat et le voltmètre montés sur l'instrument ne permettent pas de contrôler le courant d'alimentation avec une précision suffisante. Je les ai remplacés

par deux rhéostats de 6,5 et de 25 ohms montés en parallèle, et un voltmètre de précision. La courbe reproduite figure 7 représente les elongations obtenues pour une même densité en fonction de la tension aux bornes de la lampe d'éclairage. On voit que, pour une tension voisine de 4 volts, généralement utilisée dans l'enregistrement, la variation relative de l'elongation $\Delta d/d$ est environ 2 fois plus grande que la variation relative du voltage $\Delta V/V$. Elle entraîne par conséquent, une erreur plus grave sur la densité (voir tableau VI).

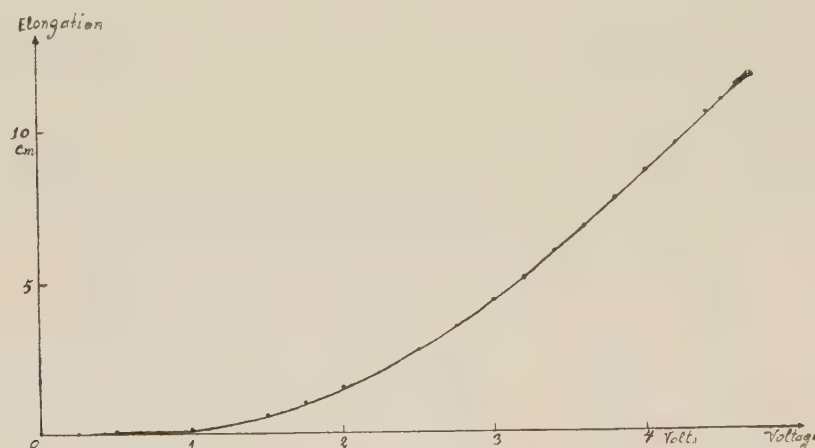


FIG. 7.

Il est avantageux, pour réduire les variations de tension, d'alimenter la lampe avec une batterie d'accumulateurs de grande capacité (j'ai utilisé une batterie de 90 ampère-heures), et d'éviter de faire des mesures lorsque la batterie vient d'être chargée. Dans ces conditions, on pourra espérer une constance de tension suffisante dans les mesures continues ; mais pour les mesures intermittentes, on aura encore une erreur à craindre sur la remise du voltage. Dans mes enregistrements, la tension de l'éclairage est précisée à 0,02 volts près, l'erreur commise sur la densité sera inférieure à 0,023.

11. — Détermination des facteurs de contraste. — Nous aurons fréquemment besoin, au cours du présent travail, de déterminer le facteur de contraste γ d'une plaque photographique à éclairement variable (et temps de pose constant) et le facteur de contraste γ' à temps de pose variable (et éclairement constant).

Pour cette détermination, on utilise couramment la méthode graphique qui consiste à construire d'abord la courbe de noircissement, puis à préciser la pente de la partie rectiligne. La précision de cette méthode n'est pas grande. Elle atteint difficilement 5 pour 100. La moindre erreur dans le tracé de la droite entraîne une erreur considérable sur la pente. Et d'autre part, pour bien des plaques, la région d'exposition normale n'est en réalité que quasi rectiligne. Il existe toujours entre deux parties d'une

même courbe de concavités différentes, un point d'inflexion, au voisinage duquel la pente est maximum.

On a proposé de déterminer les facteurs de contraste par la méthode des moindres carrés. Mais celle-ci nécessite d'assez longs calculs et a l'inconvénient d'exagérer l'importance des points aberrants. Enfin, la précision qu'on peut en attendre semble illusoire lorsqu'il ne s'agit que d'une région quasi rectiligne. Nous avons utilisé souvent une méthode simple [23] dont le principe est le suivant :

Soient $D_1, D_2, D_3, \dots$ les densités correspondantes pour une même radiation et une même durée de pose, aux éclairissements croissants $E_1, E_2, E_3, \dots$.

Faisons une tableau des différences de densités correspondant aux différences des logarithmes de l'éclairement, calculons les *pentés moyennes* $\frac{D_2 - D_1}{\log E_2 - \log E_1}, \frac{D_3 - D_2}{\log E_3 - \log E_2}, \dots$

Formons d'autre part les *densités moyennes* $\frac{D_1 + D_2}{2}, \frac{D_2 + D_3}{2}, \dots$

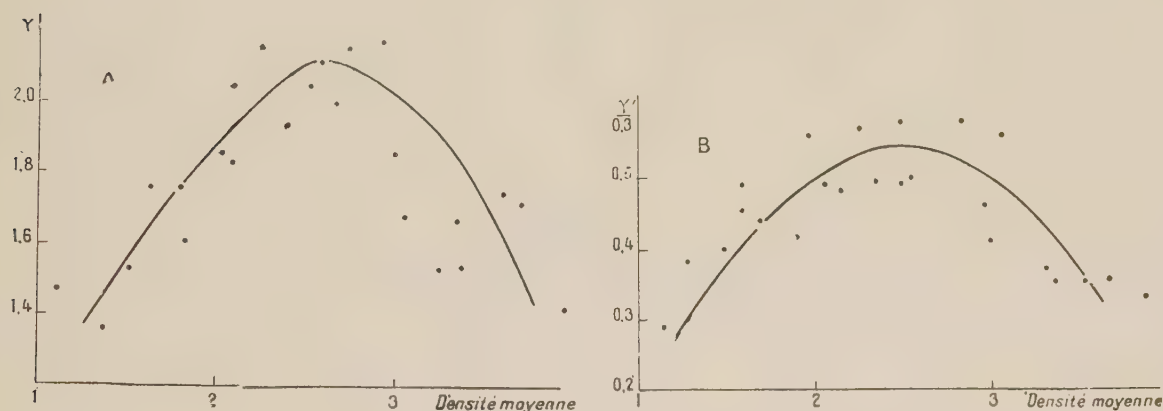


FIG. 8, A et B. — Détermination graphique de γ et γ' pour la raie 2967 Å (plaque « Fulgur » traitée par une solution à 5 % de salicylate).

Portons en abscisses les *densités moyennes* et en ordonnées les *pentés moyennes*, les points ainsi obtenus se placent au voisinage d'une courbe en cloche, dont le maximum, d'autant plus aplati que la région quasi rectiligne est plus longue, fait connaître la valeur de γ au voisinage du point d'inflexion. La figure 8 A donne un exemple de l'application de cette méthode à la détermination du facteur de contraste γ à éclairissement variable pour la raie 2967 Å de l'arc au mercure. On sait que le facteur γ peut être considéré comme indépendant du temps de pose, tant que celui-ci ne varie pas dans des limites très étendues. On peut donc porter sur le même graphique les points correspondants à des temps de pose différents, ce qui augmente leur nombre au voisinage du point d'inflexion. Ainsi le graphique de la figure 8 A a été obtenu en utilisant des poses dans le rapport de 1 à 16.

L'avantage de cette méthode est surtout manifeste dans le cas où l'on n'a pas pu faire varier l'éclairement dans des limites suffisantes pour tracer complètement la courbe de noircissement. Ainsi la courbe de la figure 8 A a été tracée à partir des courbes de noircissement fragmentaires reproduites figure 9 A, et dont chacune correspond à un temps de pose différent. Chaque fragment de courbe donne une assez bonne droite dont la pente est indiquée sur le graphique. On voit que ces pentes varient d'une courbe

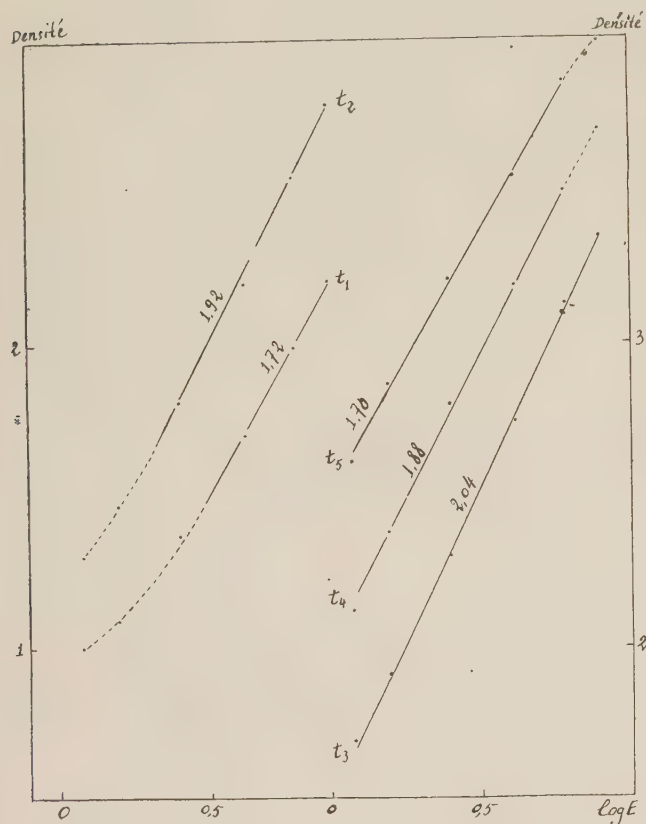


FIG. 9 A.

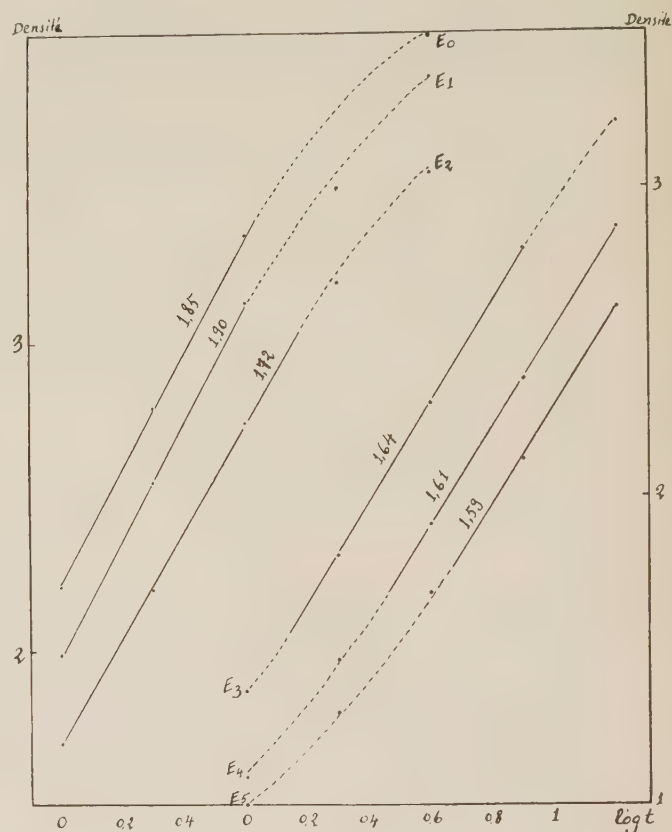


FIG. 9 B.

à l'autre suivant la distance au point d'inflexion. Elle est maximum pour la courbe t_3 et c'est cette valeur qui coïncide sensiblement avec celle qui résulte du maximum de la courbe en cloche.

La figure 8 B représente de même la détermination du facteur de contraste γ' à temps de pose variable (et éclairement constant) à partir du même cliché et pour la même radiation. La figure 9 B reproduit les courbes de noircissement correspondantes.

12. — **Détermination de la sensibilité relative.** — Il sera aussi nécessaire de comparer les sensibilités de deux plaques photographiques, l'une traitée par une solution fluorescente, l'autre non traitée. J'utiliserai dans ce but les courbes de noircissement à éclaircissement variable. Une même densité D correspond, pour la plaque traitée, à un éclaircissement E ; et pour la plaque témoin, à un éclaircissement E_0 . Il est naturel de prendre pour mesure de la sensibilité relative des deux plaques le rapport $S_D = E_0/E$ des

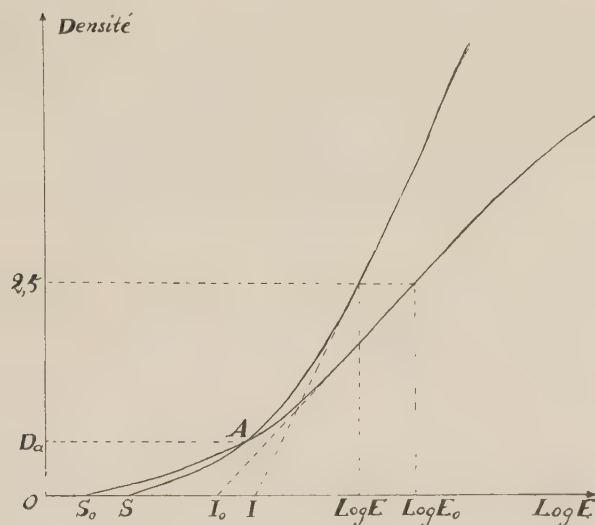


FIG. 10.

éclaircissements correspondant à la même densité D . Si E est inférieur à E_0 , le rapport S_D est supérieur à l'unité, et la plaque traitée est plus sensible que la plaque témoin ; et, au contraire, si E est supérieur à E_0 , la plaque traitée sera moins sensible que la plaque témoin. On obtient facilement ce rapport S_D en mesurant la distance des deux courbes de noircissement le long de la densité D , parallèle à l'axe des abscisses. Cette distance est :

$$\log E_0 - \log E = \log S .$$

Mais il est essentiel de remarquer que la valeur S_D de la sensibilité relative ainsi définie est variable avec la densité D considérée, puisqu'en général, les deux plaques n'ont pas le même contraste. On a représenté figure 10 deux courbes de noircissement qui se coupent en un point A. On verra plus loin que le fait se produit quelquefois. La sensibilité relative S_D de la plaque traitée par rapport à la plaque témoin croît ici continuellement en même temps que la densité D considérée. Elle est plus petite que l'unité pour les densités inférieures à D_a .

Comme la région d'exposition normale est seule utilisable en photométrie photographique, c'est dans cette région qu'il importe surtout de connaître la sensibilité relative des plaques. J'ai donc évalué le plus souvent la sensibilité relative S_D au voisinage du point d'inflexion pour $D = 2,5$ ou 3 et quelquefois ces deux valeurs de la densité. Ces valeurs peuvent être très différentes de celles qu'on obtiendrait en comparant les positions des *points d'inertie* I et I_0 des plaques dans le système de Hurter et Driffield ou en comparant leurs *seuils* S et S_0 dans le système Scheiner, ainsi que dans les autres systèmes de déterminations.

CHAPITRE III

Etude des solvants

Avant d'étudier l'action sur les plaques photographiques de diverses substances en solution, il est bon de connaître celle des solvants purs. J'ai donc traité des plaques par l'eau et quelques solvants organiques usuels : *alcool*, *acétone*, *éther* et *benzène*, en suivant la même technique que pour les solutions. Les plaques utilisées dans ces études étaient les plaques orthochromatiques Crumière « Superaviachrome », sans anti-halo.

13. — Première série d'expériences. — Les plaques sont immergées pendant 100 secondes dans l'alcool éthylique (à 95°), l'acétone (*), l'éther et le benzène. Après séchage et impression, elles sont développées en même temps que les plaques témoins, impressionnées de la même manière. Le développement a duré 400 secondes à la température ambiante (16°). Les facteurs de contraste γ à éclairnement variable obtenus entre 5790 et 2699 Å sont donnés dans le tableau VII. Le tableau VII bis fait connaître les sensibilités relatives $S_{2,5}$ des plaques ainsi traitées par rapport à la plaque témoin, pour la densité $D = 2,5$.

(*) L'acétone utilisé était conservé depuis longtemps.

TABLEAU VII.

Longueur d'onde	Plaques témoins	Plaques traitées			
		alcool	acétone	éther	benzène
5790 Å	3,10	2,80	3,10	2,76	2,88
5461	3,10	2,78	3,06	2,86	2,88
4358	2,55	2,40	2,50	2,26	2,44
4077	2,47	2,32	2,44	2,11	2,34
4047	2,45	2,28	2,44	2,04	2,22
3906	2,15	2,11	2,13	1,94	2,04
3341	1,66	1,60	1,66	1,43	1,46
3130	1,58	1,52	1,58	1,37	1,44
2967	1,57	1,50	1,56	1,38	1,40
2893	1,53	1,50	1,54	1,32	1,41
2803	1,49	1,47	1,50	1,25	1,37
2753	1,40	1,37	1,36	1,24	1,36
2699	1,37	1,34	1,34	1,24	1,27

TABLEAU VII bis.

Longueur d'onde	Sensibilité relative $S_{2,5}$			
	alcool	acétone	éther	benzène
5790 Å	0,74	0,72	0,66	0,60
5461	0,79	0,70	0,66	0,69
4358	0,83	0,83	0,69	0,83
4077	0,81	0,89	0,72	0,76
4047	0,89	0,89	0,71	0,83
3906	0,83	0,87	0,72	0,85
3341	0,81	0,87	0,72	0,85
3130	0,80	0,89	0,71	0,79
2967	0,83	0,89	0,72	0,83
2893	0,79	0,89	0,74	0,79
2803	0,77	0,87	0,74	0,81
2753	0,79	0,87	0,74	0,85
2699	0,79	0,89	0,74	0,87

14. — **Deuxième série d'expériences.** — Les plaques sont traitées pendant 2 minutes par l'alcool à 95° et l'eau ordinaire (eau de puits). Elles sont développées avec les plaques témoins pendant 5 minutes à 20° (révélateur chauffé). Le tableau VIII donne les résultats des mesures de facteur de contraste γ et la sensibilité $S_{2,5}$.

TABLEAU VIII.

Longueur d'onde	Facteur de contraste γ			Sensibilité relat. $S_{2,5}$	
	Plaque témoin	Plaques traitées		alcool	eau
		alcool	eau		
5790 Å	2,88	2,72	2,84	0,70	1,23
5461	2,86	2,70	2,82	0,80	1,07
4358	2,43	2,32	2,46	0,86	1,02
4077	2,28	2,17	2,24	0,87	1,02
4047	2,32	2,16	2,36	0,85	1,00
3341	1,56	1,40	1,56	0,81	1,06
3130	1,50	1,50	1,50	0,83	1,00
2967	1,41	1,39	1,45	0,85	1,12
2893	1,35	1,33	1,38	0,85	1,14
2803	1,30	1,30	1,32	0,83	1,16

15. — **Troisième série d'expériences.** — Les plaques sont traitées pendant 2 minutes par l'eau distillée et développées avec les plaques témoins pendant 8 minutes à 15°. Les résultats sont contenus dans le tableau IX.

TABLEAU IX.

Longueur d'onde	γ		Sensibilité rel. $S_{2,5}$
	témoin	eau	
5790 Å	(2,33)	(2,33)	1,07
5461	(2,17)	(2,40)	1,10
4358	2,20	2,09	0,81
4047	2,05	2,00	0,81
3341	(1,16)	(1,10)	1,00
2967	1,40	1,36	0,93

16. — **Conclusions.** — Les tableaux précédents montrent que :

1°) L'eau et l'acétone n'ont pas d'influence sensible sur le facteur de contraste γ .

2°) Le traitement par l'alcool diminue un peu le facteur de contraste pour toutes les radiations. Cette diminution est plus marquée avec le benzène et surtout l'éther.

3°) La sensibilité relative pour la densité 2,5 est un peu diminuée par tous les solvants organiques étudiés, surtout par l'éther. Les variations semblent parallèles à celles du facteur de contraste.

4°) L'eau distillée semble produire un très léger accroissement de sensibilité pour la raie verte et la raie jaune (*), une faible diminution pour les raies violettes et ultraviolettes. L'eau de puits, contenant toujours un peu de sels calcaires, augmente la sensibilité d'une manière un peu plus nette.

J'ai vérifié d'autre part que, conformément aux résultats de Schmiescheck [24], on obtenait une augmentation considérable de la sensibilité par des solutions de soude caustique. Mais, avec les grandes concentrations que j'ai utilisées (de l'ordre de 1/10 N, c'est-à-dire d'un dixième de molécule-gramme de soude par litre d'eau), le voile de fond était très important et la gélatine fortement altérée.

(*) On sait que le traitement par l'eau augmente davantage la sensibilité des plaques panchromatiques pour le rouge.

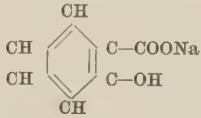
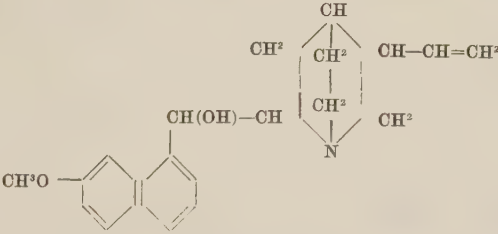
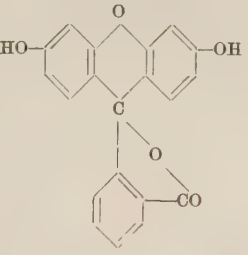
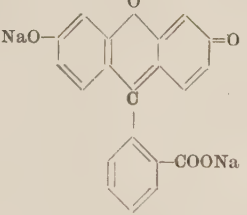
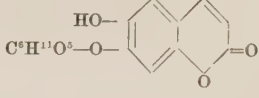
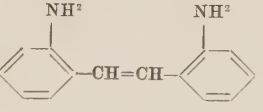
CHAPITRE IV

Propriétés générales des substances fluorescentes essayées

17. — Propriétés générales. — Les substances fluorescentes présentent une ou plusieurs bandes d'absorption, et, lorsqu'elles sont éclairées par des radiations comprises à l'intérieur de cette bande, elles émettent un spectre de fluorescence, constitué généralement par une large bande continue dont la longueur d'onde moyenne est supérieure à celle de la bande d'absorption. Ainsi, lorsque la bande d'absorption est située dans l'ultraviolet, la bande de fluorescence se trouve souvent dans le spectre visible. Les plaques photographiques sont bien plus sensibles dans le spectre visible (dans le bleu pour les plaques ordinaires) que dans l'ultra-violet. Ainsi, la sensibilité des plaques pourra se trouver accrue par la transformation dans la couche sensible du rayonnement ultra-violet en rayonnement de fluorescence, bien que le rendement quantique de fluorescence soit souvent inférieur à l'unité. C'est notamment ce qui a lieu pour l'ultra-violet lointain, fortement absorbé par la gélatine, et l'usage des plaques fluorescentes, plaques huilées ou plaques au salicylate de sodium, s'est généralisé pour l'étude de cette région spectrale.

J'ai rassemblé dans le tableau X les propriétés générales des substances fluorescentes essayées au cours de ce travail.

TABLEAU X.

NOM	FORMULE	FAMILLE DU NOYAU	ETAT	SOLUBILITÉ	COULEUR			
					Sous la lumière du jour		Eclairé par l'arc au mercure	
					solide	en solution aqueuse	solide	en solution aqueuse
Salicylate de sodium		benzène	poudre ou cristaux en aiguille	très soluble	blanc	incolore	bleu violet	bleu violet
Sulfate de quinine		quinine	cristaux en aiguille très fins	très peu soluble	blanc	incolore	blanc	bleu violet
Fluorescéine		phtaléine du phénol	poudre très fine	très peu soluble	rouge clair	vert	rouge foncé	vert
Uranine		sel de sodium de fluorescéine	poudre très fine	assez soluble	rouge intense	vert	rouge foncé	vert jaunâtre
Esculine		coumarine	poudre très fine	très peu soluble	blanc	légèrement bleu	blanc	bleu
Diamido- stilbène		stilbène	poudre légère	presque insoluble	vert gris	incolore en solution aqueuse et légèrement bleu en solution alcoolique	vert jaune	vert jaunâtre en solution aqueuse et bleu en solution alcoolique
Anthra- cène		anthracène	cristaux fins	presque insolub'le	blanc	incolore	bleu violet	bleu violet faible

18. — **Spectre de fluorescence.** — J'ai photographié les spectres de fluorescence de ces substances en solution aqueuse et quelquefois en solution alcoolique. La solution dont la concentration, toujours très faible, est autant que possible, voisine de celle qui correspond à l'optimum de fluorescence, est placée dans une cuve parallélépipédique en quartz fondu et poli dont les arêtes mesurent 5, 5 et 4 cm. Elle est éclairée par la face rectangulaire (4 × 5) par l'arc au mercure en quartz. La fluorescence s'étend alors uniformément dans toute l'épaisseur de la solution (5 cm.). Le spectre de fluorescence est obtenu, sur plaque superpanchromatique Lumière, avec un spectrographe Krüss à deux prismes de flint dont le collimateur vise normalement la surface latérale de la cuve, à angle droit du faisceau incident. La figure 11 reproduit les spectres de fluorescence en solution aqueuse obtenus avec le même temps de pose, pour que la comparaison ait un sens. On voit que la fluorescéine, l'uranine, l'escurine sont très fluorescentes, ainsi que le salicylate de sodium, le sulfate de quinine l'est un peu moins. Au contraire, la fluorescence de l'anthracène paraît très faible, mais, dans ce cas, l'optimum de fluorescence n'était peut-être pas atteint, l'anthracène étant presque insoluble dans l'eau.

Les figures de 12 à 17 reproduisent d'autre part les enregistrements microphotométriques de spectres de fluorescence obtenus avec des temps de pose non plus identiques, mais choisis de manière à donner des clichés de densités comparables. La sensibilité du microphotomètre n'est pas restée la même au cours de ces enregistrements successifs.

La figure 18 et les figures 19 et 20 montrent également les spectres de fluorescence de quelques autres substances dont l'action sur les plaques photographiques n'a pas été étudiée au cours de ce travail.

J'ai reproduit aussi l'enregistrement du spectre d'une lampe à incandescence opaline qui renseigne sur la sensibilité spectrale des plaques utilisées, plaque Lumière superpanchromatique (figure 21). La dépression observée dans le vert (4950 Å) déforme plus ou moins les courbes de fluorescence qui s'étendent dans cette région. Abstraction faite de cette déformation, les enregistrements dessinent des courbes en cloche plus ou moins étendues, sauf pour la fluorescéine et l'uranine, où les courbes, nettement dissymétriques, sont limitées brusquement du côté violet. Les courbes de fluorescence de ces deux substances présentent une grande ressemblance, mais la bande de l'uranine, sel de sodium de la fluorescéine, est un peu plus élargie et s'étend davantage du côté des grandes longueurs d'onde. Le fait paraît conforme à la règle générale de l'absorption des matières organiques : les bandes d'absorption se déplacent du côté rouge quand le poids moléculaire croît. Il en est sans doute de même des bandes de fluorescence correspondantes.

Le spectre de fluorescence de l'esculine incorporée dans une feuille de gélatine, reproduit figure 15 b, a été obtenu avec le même spectrographe Krüss et sur le même type de plaque Lumière superpanchromatique.

Dans tous les clichés, la lumière reçue par le spectrographe comprend, outre le rayonnement de fluorescence, la lumière diffusée de l'arc au mercure. Celle-ci donne des raies qui servent de repères de longueur d'onde. Le spectre continu du mercure

est négligeable. La figure 22 montre 2 spectres obtenus avec le même temps de pose, en photographiant successivement une lame de verre recouverte de salicylate de sodium solide et un disque de plâtre à peu près de mêmes dimensions que celle de la précédente, et éclairés dans les mêmes conditions par un arc au mercure. Toutefois, les solutions diffusent beaucoup moins la lumière que les solides.

J'ai relevé sur les enregistrements les longueurs d'onde correspondant au maximum d'intensité du spectre :

Salicylate de sodium à l'état solide	0,425
» » en solution aqueuse	0,42
» » en solution alcoolique	0,41
Sulfate de quinine en solution aqueuse	0,40
Fluorescéine en solution aqueuse	0,515
Uranine en solution aqueuse	0,52
Esculine en solution solide	0,44
» en solution aqueuse	0,455
Diamidostilbène en solution aqueuse	0,49
» en solution alcoolique	0,455
Anthracène en solution aqueuse	0,42
β naphthol trisulfonate de Na 2:3:6:8 en solution aqueuse....	0,495
β naphthol disulfonate de Na 2:6:8 (sel G) en solution aqueuse	0,47
β naphthol disulfonate de Na 2:3:6 (sel R) en solution aqueuse	0,465
β naphthylaminodisulfonate de Na 2:6:8 (sel amino G) en solution aqueuse	0,455
Acide chromotrope en solution aqueuse	0,425
Métol en solution aqueuse	0,40

Il ne s'agit pas exactement du maximum de la courbe d'énergie du spectre de fluorescence ; la sensibilité spectrale de la plaque et la dispersion du spectrographe interviennent aussi. Ces nombres ont surtout une valeur comparative.

Pour le salicylate en solution aqueuse, mon résultat coïncide exactement avec celui de Dubouloz [13] obtenu de la même manière par photographie. Pour le salicylate aggloméré avec de la dextrine, Déjardin et Herman [25] ont constaté, en comparant avec une lampe étalon, que la distribution énergétique de la bande de fluorescence avait son maximum au voisinage de 0,415. Ce nombre diffère légèrement de celui que j'ai relevé simplement sur l'enregistrement du spectre de fluorescence du salicylate à l'état solide. Pour tenir compte de la décroissance de la sensibilité spectrale de la plaque (fig. 21), il faudrait faire une correction déplaçant le maximum que j'ai trouvé vers le violet ; on aurait bien un rapprochement de mon résultat et de celui de Déjardin et Herman.

On remarque que, dans le cas du salicylate, le maximum relatif du spectre de fluorescence n'est pas le même à l'état solide et en solution aqueuse ou alcoolique. De même, le maximum diffère pour l'esculine en solution aqueuse ou en solution solide dans la gélatine. La différence est encore plus marquée entre les solutions aqueuse et alcoolique de diamidostilbène et se perçoit à l'œil nu, la teinte passant du vert au bleu.

Le choix des plaques à traiter par les solutions dépend évidemment de l'emplacement des bandes de fluorescence. Ainsi, on pourra utiliser des plaques ordinaires avec le salicylate de sodium, le sulfate de quinine, l'esculine et l'anthracène. Avec le diamidostilbène, la fluorescéine, l'uranine, il faudra au contraire utiliser des plaques orthochromatiques ou panchromatiques ; mais les plaques panchromatiques seraient plus indiquées, car les plaques orthochromatiques courantes présentent un trou de sensibilité plus ou moins accentuée dans le bleu-vert (vers 5100 Å)

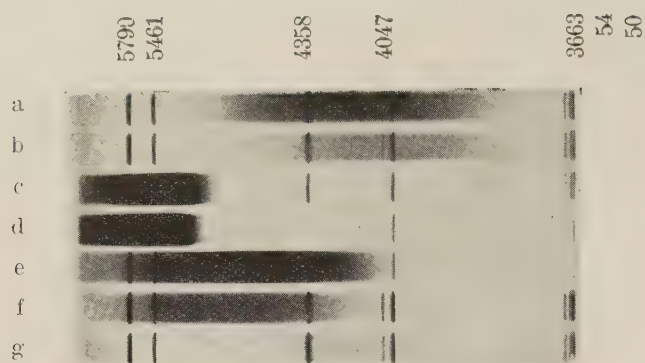


FIG. 11. — Spectres de fluorescence (en solution aqueuse).

- a) *salicylate de sodium*
- b) *sulfate de quinine*
- c) *fluorescéine*
- d) *uranine*
- e) *esculine*
- f) *diamidostilbène*
- g) *anthracène*.

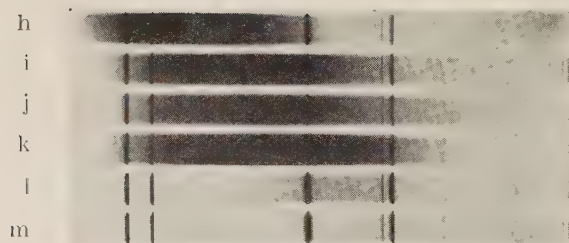


FIG. 18. — Spectres de fluorescence (en solution aqueuse).

- h) β *naphtol trisulfonate de Na, 2, 3, 6, 8*
- i) β *naphtol disulfonate de Na 2, 6, 8 (sel G.)*
- j) β *naphtol disulfonate de Na, 2, 3, 6 (sel R.)*
- k) β *naphtylaminodisulfonate de Na 2, 6, 8 (sel amino G.)*
- l) *acide chromotrope*
- m) *métol*.

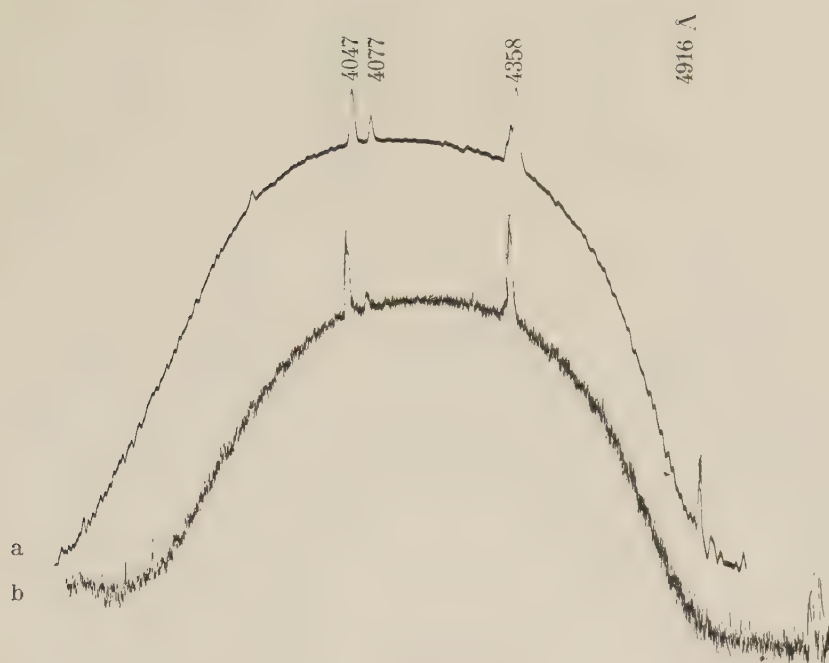


FIG. 12. — Spectres de fluorescence du *salicylate de sodium*.

- a) en solution aqueuse
- b) en solution alcoolique

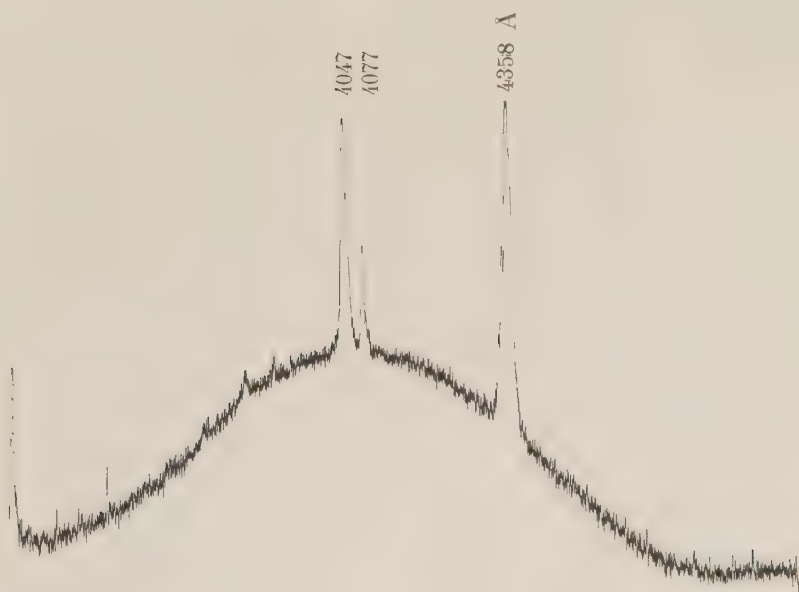


FIG. 13. — Spectre de fluorescence du *sulfate de quinine*
(en solution aqueuse).

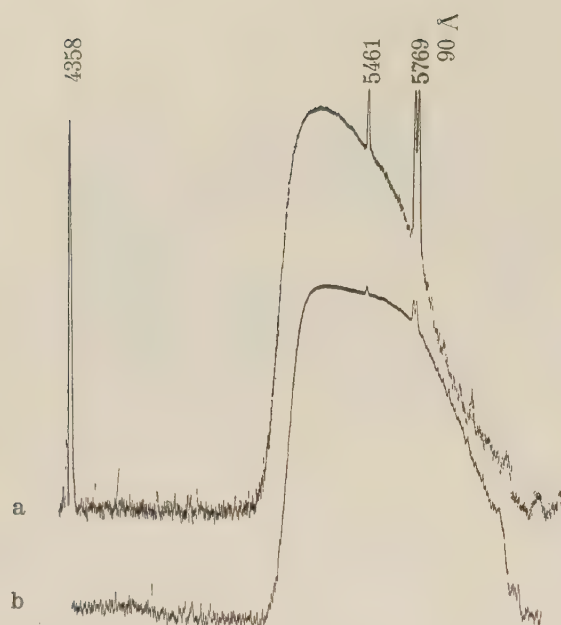


FIG. 14. — Spectres de fluorescence (en solution aqueuse).

a) *fluorescéine*
b) *uranine*

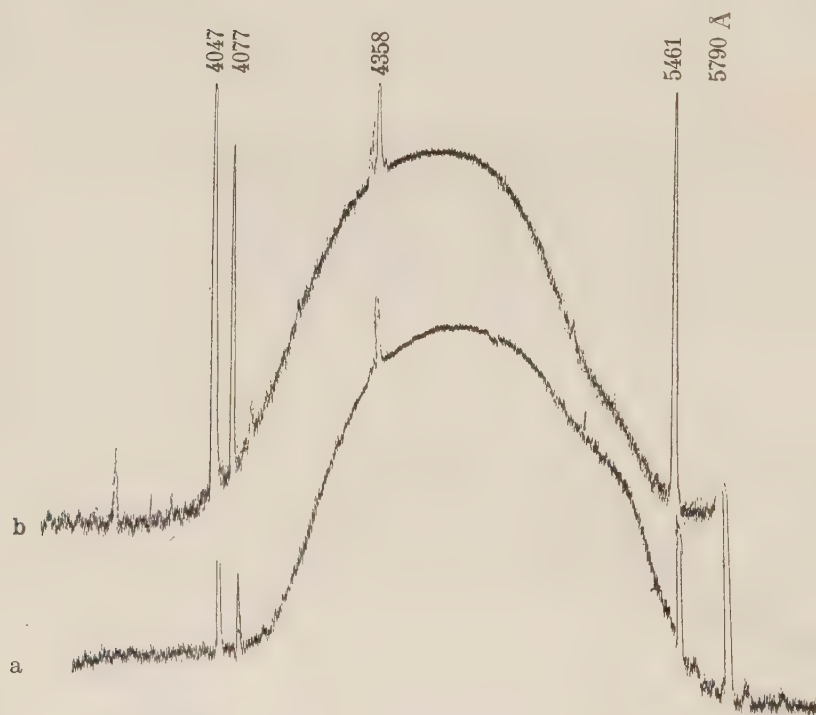


FIG. 15. — Spectres de fluorescence de l'*esculine*.

a) en solution aqueuse
b) en solution solide dans la gélatine

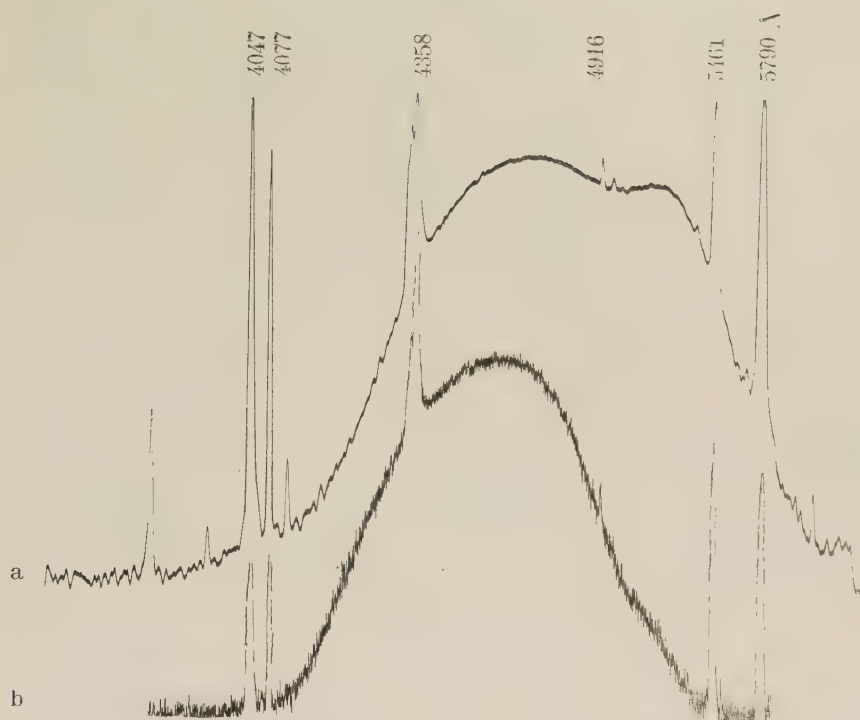


FIG. 16. — Spectres de fluorescence du *diamidostilbène*.

- a) en solution aqueuse
- b) en solution alcoolique

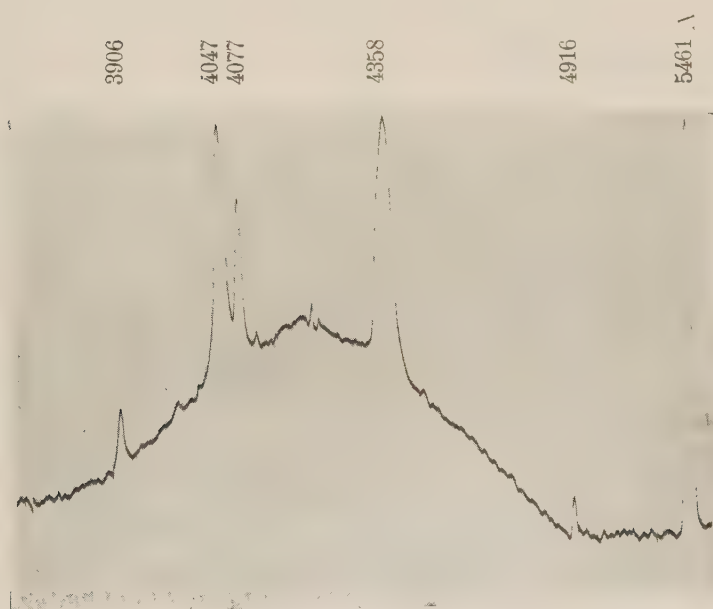


FIG. 17. — Spectre de fluorescence de l'*anthracène*
(en solution aqueuse).

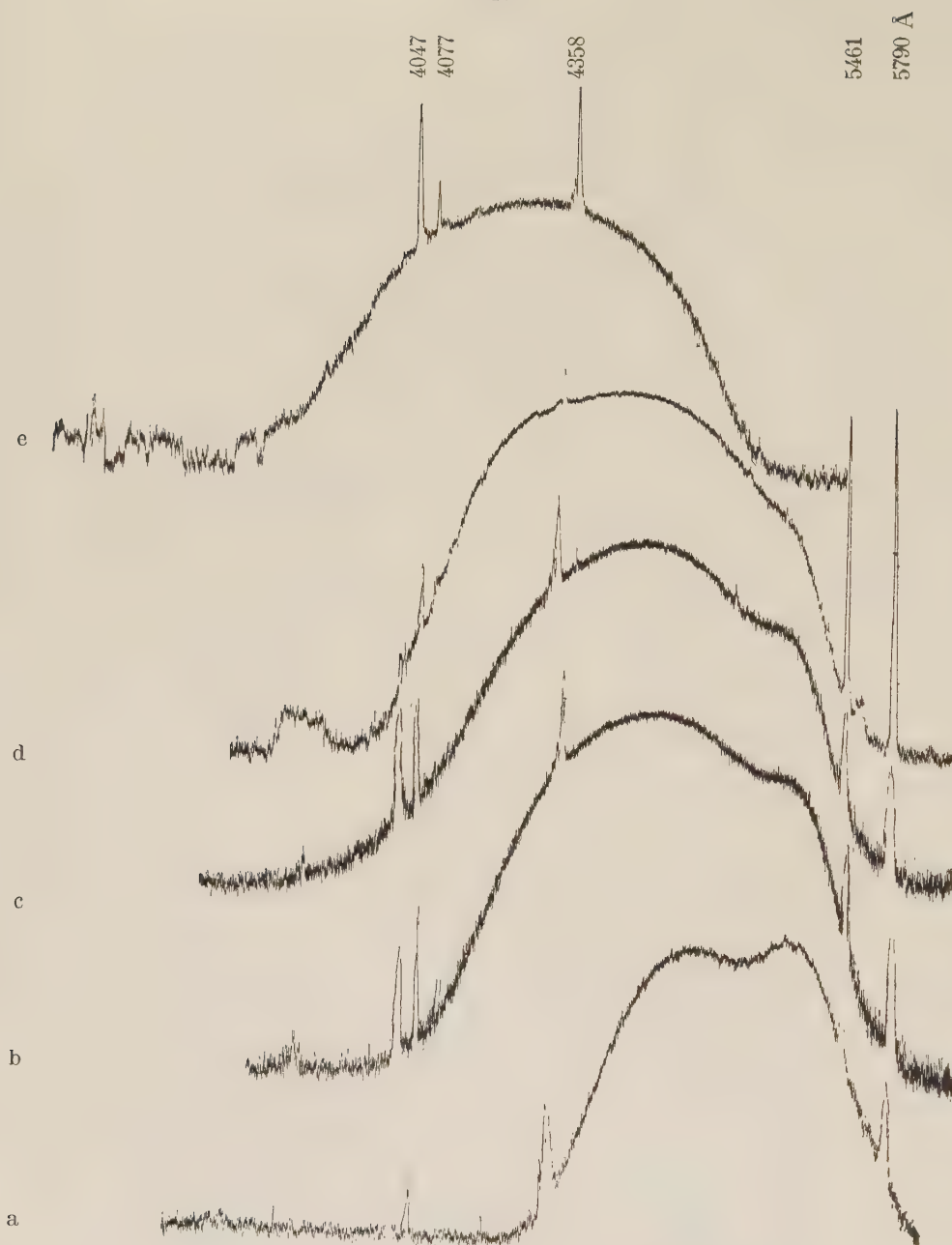


FIG. 19. — Spectres de fluorescence (en solution aqueuse).

- a) β naphthol trisulfonate de Na 2, 3, 6, 8
- b) β naphthol disulfonate de Na 2, 6, 8 (sel G.)
- c) β naphthol disulfonate de Na 2, 3, 6 (sel R.)
- d) β naphthylaminodisulfonate de Na 2, 6, 8 (sel amino G.)
- e) acide chromatopique.

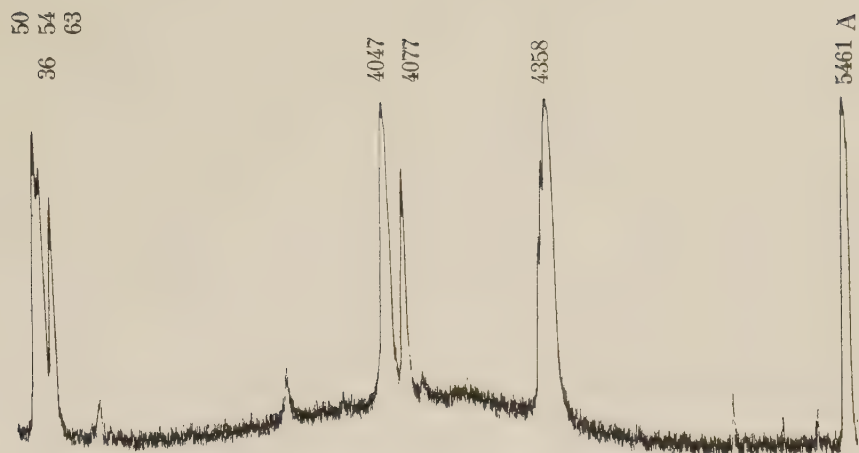


FIG. 20. — Spectre de fluorescence du *métol*
(en solution aqueuse).

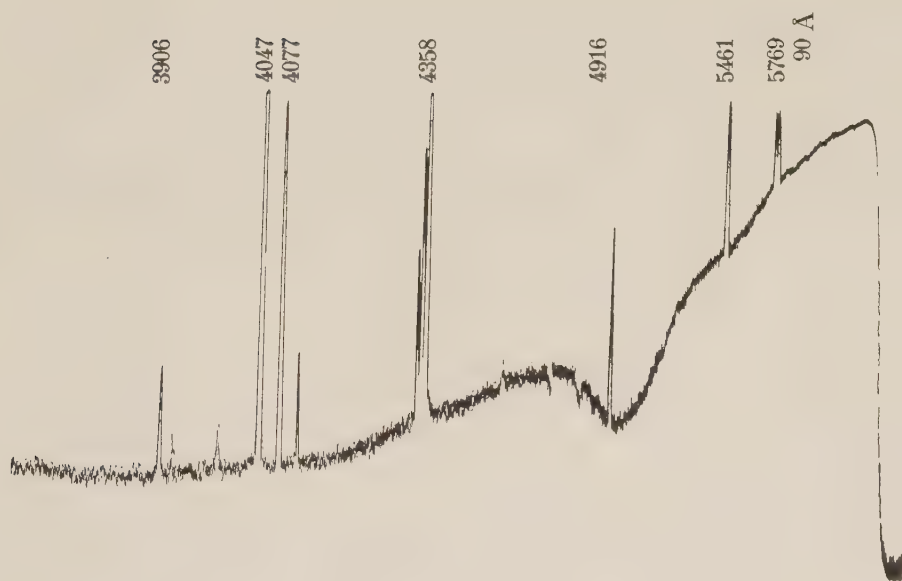


FIG. 21. — Spectre d'une lampe à incandescence
obtenu avec la plaque panchromatique Lumière.

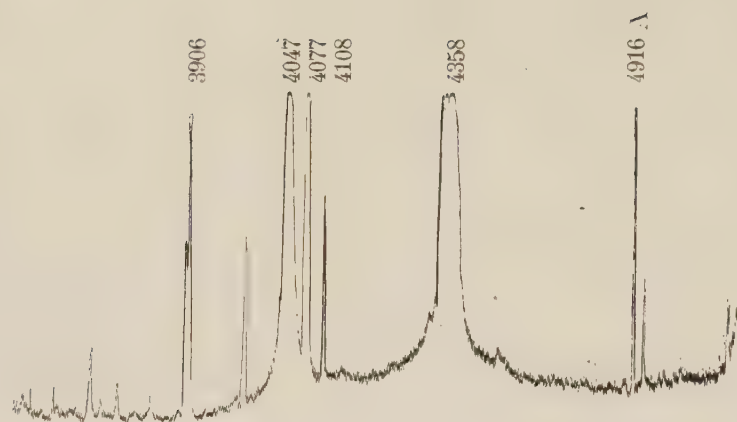


FIG. 22 (b). — Spectre d'un *diffuseur de plâtre* éclairé par un arc au mercure.



FIG. 22 (a). — Spectre de fluorescence du *salicylate de sodium* (à l'état solide).

CHAPITRE V

Etude des plaques au salicylate de sodium

J'ai étudié entre 5790 et 2753 Å, les propriétés de diverses plaques photographiques traitées par des solutions aqueuses de salicylate de sodium de concentrations variées, comprises entre 1 et 20 pour 100. J'ai utilisé aussi des solutions alcooliques à 2 et 5 pour 100. Mes expériences ont porté sur des plaques Lumière *Opta* et *étiquette bleue*, Guillemillot *Fulgur* et *Superfulgur*, Crumière *Superaviachrome*.

19. — **Première série d'expériences.** — J'ai étudié d'abord, entre 3906 et 2753 Å, des plaques traitées par des solutions aqueuses de faibles concentrations, Lumière *Opta* à

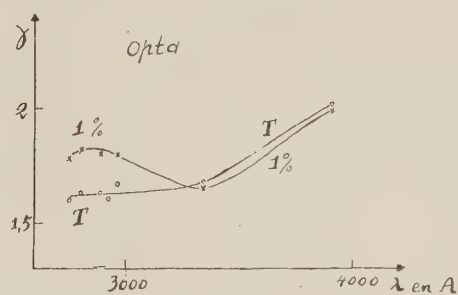


figure 23

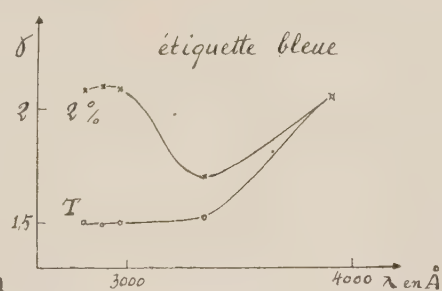


figure 24

1 pour 100, Lumière *étiquette bleue* à 2 pour 100. Les colonnes 2 à 5 du tableau XI donnent les facteurs de contraste γ à éclairement variable mesurés pour diverses raies

du mercure (fig. 23, 24). Alors que, pour les plaques témoins T, γ diminue beaucoup de 3906 à 2967 Å et ensuite d'une manière bien plus lente, pour les plaques traitées par des solutions diluées, γ cesse de décroître au-dessous de 3341 Å et croît vers les petites longueurs d'onde. Dans le cas de la plaque *étiquette bleue*, traitée par la solution à 2 pour 100, γ augmente davantage que dans le cas de la solution à 1 pour 100 pour la plaque *Opta*. Il devient pratiquement constant entre les trois raies 2967, 2893 et 2803 Å du mercure, et reprend la même valeur que pour 3906 Å.

Le facteur de contraste γ' à temps de pose variable suit une marche analogue. Il semble diminuer plus vite encore que γ vers les petites longueurs d'onde pour les plaques témoins de telle sorte que le rapport $p = \gamma'/\gamma$ (exposant de Schwartzschild) diminue dans l'ultra-violet. Au contraire, p reste sensiblement constant pour les plaques traitées par le salicylate. Les colonnes 2 à 5 du tableau XI bis donnent les valeurs de p .

20. — Deuxième série d'expériences. — Ces premiers résultats me conduisent à étudier l'action de solutions plus concentrées et à étendre les mesures vers des longueurs d'onde plus courtes. J'ai traité des plaques *Opta* par des solutions à 2,5 et 5 pour 100, des plaques *Fulgur* par des solutions à 5 et 10 pour 100 et des plaques *Superfulgur* par des solutions à 5, 10 et 20 pour 100. Les résultats des mesures faites entre 3341 et 2482 Å sont donnés dans le tableau XI et XI bis (colonnes 6 à 16) et représentés fig. 25.

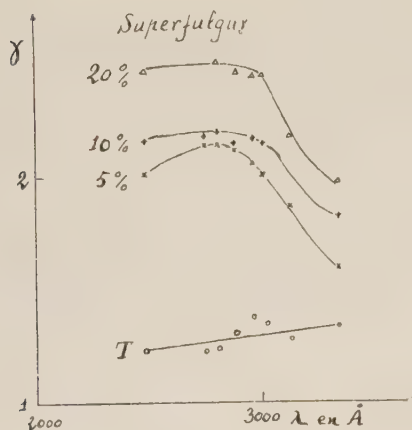


figure 25

L'accroissement de γ est d'autant plus marqué que la concentration est plus grande. On trouve toujours un minimum pour la raie 3341 Å, mais la valeur minimum de γ augmente aussi avec la concentration. Quant à l'exposant p , il reste sensiblement constant au-dessous de 3000 Å.

Sur ces clichés, je remarquais en outre une augmentation considérable de la sensibilité relative dans la région d'exposition normale. Elle se manifeste à peu près uniformément dans tout l'intervalle spectral étudié et croît aussi avec la concentration. Par exemple, si la densité 2,5 qui correspond à peu près au point d'inflexion de la courbe de noircissement est atteinte avec l'éclairement unité sur une plaque *Superfulgur* non traitée, elle est atteinte respectivement avec les éclairements 0,68, 0,43 et 0,23 sur les plaques traitées par des solutions à 5, 10 et 20 pour 100 de salicylate. La sensibilité relative $S_{2,5}$ est alors 1,47, 2,33 et 4,35.

21. — **Troisième série d'expériences.** — Dans cette série d'expériences, j'ai mesuré [19] à la fois la sensibilité relative $S_{2.5}$ et le facteur de contraste γ , mais non plus γ' . Les mesures ont été étendues vers les grandes longueurs d'onde, jusqu'à 4358 Å pour les plaques *Opta* et jusqu'à 5790 Å pour les plaques *Superaviachrome* avec concentration de 10 p. 100 (Tableau XII).

TABLEAU XII.

Longueur d'onde	Facteur γ				Sensibilité rel. $S_{2.5}$	
	<i>Opta</i>		<i>Superaviachrome</i>		<i>Opta</i>	<i>Super- aviachr.</i>
	T	10 %	T	10 %		
5790 Å			2,18	2,93		1,50
5461			2,18	3,05		1,66
4358	1,86	2,56			1,70	
4077	1,86	2,50			1,70	
4047	1,77	2,40	1,84	2,60	1,82	1,90
3906	1,86	2,40		2,36	1,82	
3341	1,39	1,84	1,34	1,67	1,86	2,19
3130	1,38	2,50	1,37	2,38	1,70	2,29
3022	1,40	2,55	1,36	2,47	1,86	2,25
2967	1,39	2,60	1,30	2,47	1,78	2,34
2923	1,38	2,60		2,48	1,78	
2893	1,32	2,60		2,65	1,86	
2803	1,32	2,60		2,40	1,90	
2753	1,40	2,45		2,35	1,86	
2653			1,29	2,40		2,24

On remarque que pour les plaques au salicylate, γ augmente aussi dans le spectre visible, mais moins toutefois que dans l'ultra-violet. L'augmentation de $S_{2.5}$ est du même ordre que dans les expériences précédentes, mais elle s'étend, en s'atténuant progressivement, jusqu'à la raie jaune du mercure.

D'autre part, on voit dans le tableau XII que la valeur du facteur de contraste γ dans l'ultraviolet est du même ordre que celle dans le bleu-violet.

22. — **Quatrième série d'expériences.** — Cette dernière série la plus complète destinée à contrôler les résultats de toutes les précédentes comprend 5 groupes de clichés dont les conditions d'expériences sont groupées dans le tableau XIII.

TABLEAU XIII.

Groupe	A	B	C	D	E
Plaques	Opta	Super-aviachrome	Super-aviachrome	Super-aviachrome	Super-aviachrome
Salicylate	en poudre	en poudre	en cristaux	en cristaux	en cristaux
Solvants	aqueux eau de puits	aqueux eau de puits et alcooliques	aqueux eau de puits	aqueux eau distillée	aqueux eau distillée
Concentration	10 %	2 et 5 %	5 et 10 %	2, 5 et 10 %	5 et 10 %
Durée de l'immersion	1 min.	2 min.	1 min.	1 min.	1 min.
Durée de développement	5 min.	10 min.	5 min.	5 min.	5 min.
Température ambiante	14°,5	13°	17°	14°,5	16°

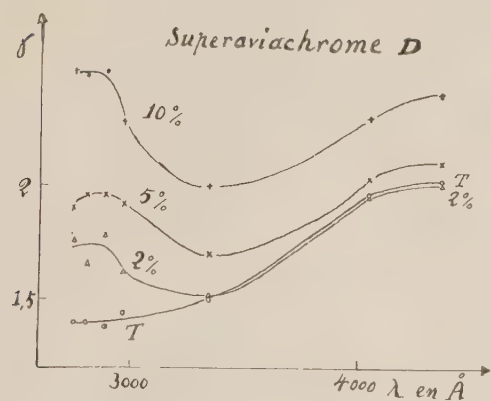


FIG. 26.

Les tableaux XIV A, XIV B et XIV C donnent respectivement les facteurs de contraste γ et les sensibilités relatives $S_{2,5}$ et S_3 mesurées pour les densités 2,5 et 3,0. Les figures 26, 27 et 28, analogues aux précédentes, montrent les variations du facteur de contraste γ en fonction de la longueur d'onde. Les résultats des expériences précédentes sont complètement vérifiés. Les valeurs de γ obtenues au-dessous de 3000 Å et celles de $S_{2,5}$ et de S_3 sont toujours d'autant plus grandes que la concentration est plus élevée. L'accroissement de

sensibilité est encore plus marqué pour la densité 3 que pour la densité 2,5.

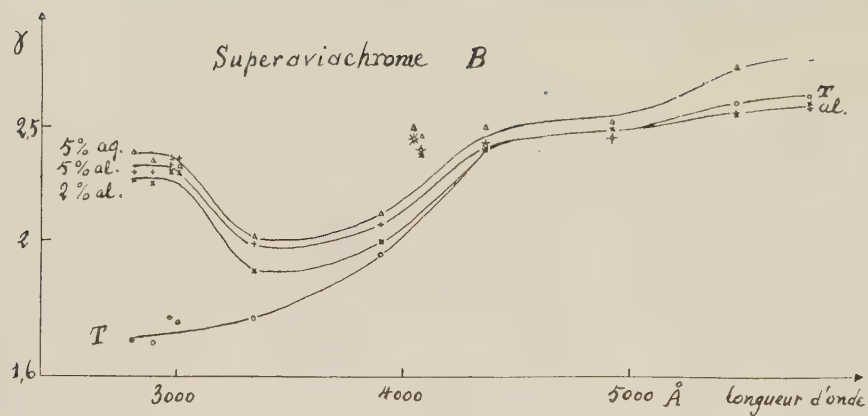


FIG. 27.

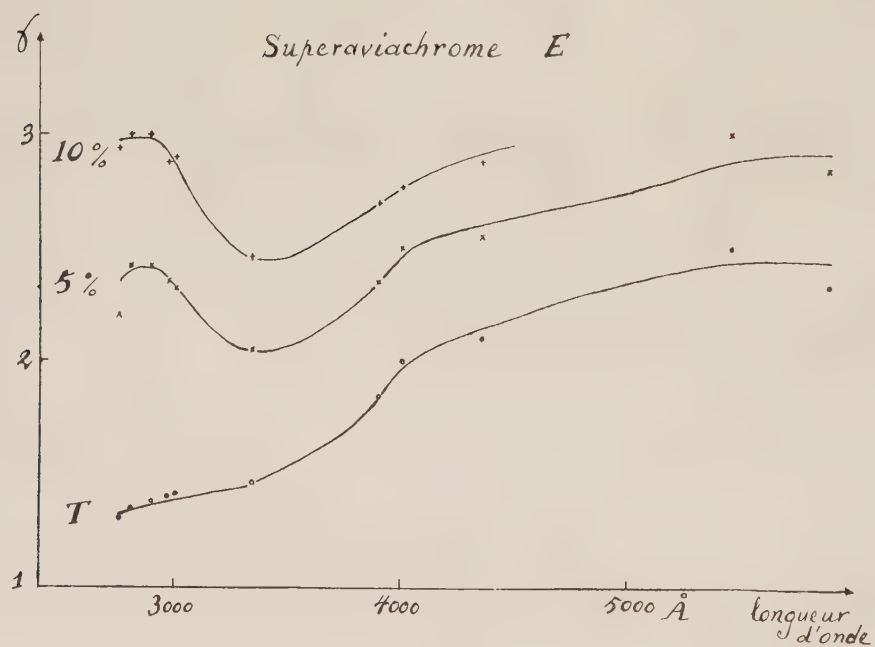


FIG. 28.

TABLEAU XIV A.

Longueur d'onde	A (Opta)		B (Superaviachrome)					C (Superaviachr.)			D (Superaviachrome)			E (Superaviachr.)		
	T	10 %	T	2 % alcoolique	5 % alcoolique	5 % aqueuse	T	5 %	10 %	T	2 %	5 %	10 %	T	5 %	10 %
5790 Å			2,63	2,60	2,58	2,80	2,30	2,35	2,50					2,33	2,84	
5461			2,60	2,55	2,56	2,76	2,40	2,40	2,40					2,50	3,00	
4916			2,45	2,49	2,45	2,50								(2,20)	(2,60)	(2,90)
4358	2,15	2,60	2,42	2,40	2,43	2,50	2,30	2,46	2,46	2,02	2,00	2,10	2,40	2,10	2,55	2,88
4077	2,08	2,70	2,40	2,38	2,40	2,46										
4047	2,01	2,58	2,45	2,45	2,45	2,50	2,27	2,42	2,43	1,96	1,95	2,03	2,30	2,00	2,50	2,77
3906	1,90	2,49	1,94	2,00	2,07	2,12	1,90	1,96	2,08					1,84	2,35	2,70
3341	1,44	1,85	1,66	1,87	1,99	2,02	1,53	1,60	1,70	1,50	1,52	1,70	2,00	1,46	2,05	2,46
3022			1,64	2,30	2,36	2,32	1,49	1,94	2,00					1,41	2,32	2,90
2967	1,38	2,58	1,66	2,30	2,33	2,36	1,50	2,02	2,20	1,44	1,62	1,92	2,28	1,40	2,35	2,88
2925	1,38	2,60														
2893	1,31	2,60	1,55	2,25	2,30	2,35	1,48	2,12	2,18	1,38	1,78	1,96	2,50	1,38	2,42	3,00
2803	1,30	2,60	1,56	2,26	2,30	2,39	1,45	2,10	2,14	1,40	1,66	1,96	2,48	1,35	2,42	3,00
2753	1,30	2,48					1,45	1,93	2,08	1,40	1,76	1,90	2,50	1,30	2,20	2,94

TABLEAU XIV B.

Longueur d'onde	A	B			C		D			E	
	Opta	Superaviachrome			Superaviachr.		Superaviachrome			Superaviachr.	
	10 %	2 % al.	5 % al.	5 % aq.	5 %	10 %	2 %	5 %	10 %	5 %	10 %
5790 Å		1,29	1,23	1,66	0,89	0,75				1,51	0,66
5461		1,07	1,05	1,32	0,81	0,87				1,45	1,00
4916		1,50	1,23	1,58						1,29	2,09
4358	1,59	1,07	1,05	1,11	1,15	1,18	1,14	1,41	2,09	1,55	2,00
4077	1,78	1,17	1,23	1,23							
4047	1,82	1,07	1,11	1,16	1,20	1,26	1,20	1,51	2,24	1,70	2,51
3906	1,86	1,32	1,58	1,78	1,12	1,17				1,70	2,57
3341	1,82	1,29	1,58	1,74	1,23	1,29	1,22	1,78	3,16	2,00	2,88
3022		1,51	1,82	1,91	1,41	1,91				2,14	3,31
2967	1,74	1,45	1,82	1,86	1,38	1,91	1,35	1,95	3,63	2,14	3,24
2925	1,82										
2893	1,86	1,82	2,14	2,24	1,66	2,04	1,55	2,00	3,98	2,09	3,39
2803	1,91	1,82	2,14	2,24	1,66	2,04	1,66	2,29	4,37	2,14	3,55
2753	1,91				1,74	2,05	1,41	1,95	4,17	2,09	3,31

TABLEAU XIV C.

Longueur d'onde	A	B			C		D			E	
	Opta	Superaviachrome			Superaviachr.		Superaviachrome			Superaviachr.	
	10 %	2 % al.	5 % al.	5 % aq.	5 %	10 %	2 %	5 %	10 %	5 %	10 %
5790 Å		1,32	1,26	1,74	0,91	0,79				1,66	1,02
5461			1,07	1,41	0,83	0,87				1,66	1,17
4916		1,57	1,30	1,66							2,82
4358	1,66	1,07	1,05	1,12	1,17	1,20	1,12	1,66	2,40	2,00	2,82
4077	2,00	1,20	1,26	1,26							
4047	2,04	1,07	1,12	1,17	1,26	1,32	1,20	1,70	2,95	2,04	3,16
3906	2,09	1,33	1,62	1,86	1,35	1,43				2,09	3,31
3341	2,40	1,36	1,86	1,94	1,59	1,78	1,25	1,91	4,68	2,29	3,98
3022		1,66	2,09	2,24	1,95	2,51				2,88	4,90
2967	2,65	2,00	2,69	2,82	1,91	2,63	1,62	2,82	5,62	3,02	5,01
2893	2,63	2,14	3,09	3,16	1,86	2,46	1,82	2,82	5,62	2,95	5,13
2803	2,88	2,19	2,95	3,16	1,91	2,57	1,86	2,88	5,62	3,16	5,25
2753					2,00	2,57	1,62	2,46	5,75	2,82	5,50

23. — Remarque sur la sensibilité. — Il semble donc qu'on ait tout intérêt, pour augmenter à la fois le contraste et la sensibilité, à utiliser des solutions très concentrées. Mais on est limité dans cette voie par la difficulté à préparer des plaques propres. Le séchage est d'autant plus difficile à réaliser que la concentration est plus grande. Des plaques retenant encore un peu d'humidité à l'intérieur de la gélatine donnent souvent des clichés irrégulièrement voilés qui, au lieu d'un gain de sensibilité, peuvent manifester une désensibilisation plus ou moins marquée. La première condition à remplir pour que la sensibilité soit sûrement accrue est que le voile du fond diffère très peu sur la plaque traitée et sur la plaque témoin.

Les plaques traitées par la solution aqueuse à 5 p. 100 de salicylate dans les groupes B, D et E par exemple donnent des résultats très comparables : $S_{2.5}$ est voisine de 1,5 dans les régions jaune et bleue du spectre visible, et de 2,1 dans l'ultra-violet ; tandis que S_3 atteint 1,6 dans le visible et 3 dans l'ultra-violet. Au contraire, dans le groupe C, la même concentration a produit une légère désensibilisation dans le jaune ($S_{2.5} = 0,9$) et, dans l'ultra-violet, une augmentation de sensibilité moins marquée (1,7 à 2,0) que dans les groupes précédents. C'est que la gélatine de ces plaques avait légèrement coulé pendant le séchage à une température trop élevée.

Le séchage est encore plus délicat lorsque la concentration atteint 10 p. 100. Il n'a été parfaitement réussi que pour les groupes A et D. Pour les autres, les clichés sont plus ou moins voilés, et la sensibilité est très inférieure à celle des groupes A et D, surtout pour les grandes longueurs d'onde.

Enfin, ces expériences montrent qu'à concentration égale (5 p. 100), les solutions aqueuse et alcoolique donnent la même sensibilisation, sauf pour les grandes longueurs d'onde où les solutions aqueuses sont plus avantageuses. Pour l'ultra-violet, on préfère les solutions alcooliques en raison de la rapidité et de la facilité plus grande du séchage. Il ne semble pas exister de différence nette entre les solutions faites avec de l'eau ordinaire et les solutions faites avec de l'eau distillée et non plus entre l'état du salicylate en poudre ou en cristaux.

24. — Examen des résultats obtenus avec les deux microphotomètres. — Les résultats précédents concernent uniquement la région d'exposition normale, où la densité mesurée au microphotomètre de Fabry et Buisson n'est comprise qu'entre 1 et 3,5. Il est intéressant d'étudier les propriétés des plaques au salicylate pour des noircissements plus variés, notamment pour des densités plus faibles qui correspondent au début de la région d'exposition normale et à la région de sous-exposition. J'ai utilisé dans ce but les 4 clichés du groupe E de ma 4^e série de mesures : deux plaques témoins et deux plaques traitées par une solution aqueuse de salicylate à 5 p. 100 dont la préparation est bien réussie. Chaque cliché comporte 4 poses dont la durée croît en progression géométrique de raison 2. La pose la plus courte de la 2^e paire de plaques était 4 fois

TABLEAU XV.

Longueur d'onde	Bande de l'échelon et pose	Plaques Témoins T					Plaques sensibilisées au salicylate 5 %							
		d (en décim.)	$-\log d$	d'	D [D-(-logd)]	D_e	D_s	d (en décim.)	$-\log d$	d'	D [D-(-logd)]	D_e	D_s	
Voile du fond	a ₁	1,035	-0,01		0,46			1,010	0		0,50			
	b ₁	1,025	-0,01		0,46			1,015	-0,01		0,50			
	c ₁	1,010	0		0,46			1,025	-0,01		0,50			
	a ₂	1,035	-0,01		0,46			0,975	+0,01		0,50			
	a ₃	1,035	-0,01		0,46			0,985	0		0,50			
	a ₄	1,092	-0,04		0,46			1,000	0		0,50			
	a ₅	1,010?	0		0,48			0,940	0,03		0,53			
	a ₆				0,48						0,53			
	a ₇				0,48						0,53			
a ₈				0,48						0,53				
5790 Å	c ₁	0,938	0,03	0,03	0,50	0,47	0,54	0,953	0,02	0,03	0,51	0,49	0,54	
	a ₂	0,988	0,01	0,02	0,49	0,48	0,52	0,905	0,04	0,03	0,52	0,48	0,54	
	a ₃	0,845	0,07	0,08	0,55	0,48	0,59	0,810	0,09	0,09	0,60	0,51	0,60	
	a ₄	0,753	0,12	0,16	0,63	0,51	0,67	0,630	0,20	0,20	0,73	0,53	0,71	0,73
	a ₅	0,169	0,77	0,77	1,29	0,52	1,28	0,068	1,17	1,14	1,645	0,505	1,65	1,65
	a ₆	0,040	1,40		1,90	0,50		0,014	1,85		2,33	0,48	2,30	2,30
	a ₇				2,62						3,02		3,99	3,99
	a ₈				3,26						3,79		3,76	3,76
5461	a ₁	0,836	0,08	0,09	0,59	0,51	0,60	0,860	0,07	0,07	0,56	0,49	0,58	
	b ₁	0,730	0,14	0,15	0,65	0,51	0,76	0,753	0,12	0,13	0,64	0,52	0,64	
	c ₁	0,505	0,30	0,30	0,80	0,50	0,81	0,538	0,27	0,28	0,76	0,49	0,79	
	a ₂	0,618	0,21	0,22	0,71	0,50	0,73	0,580	0,24	0,23	0,74	0,50	0,74	
	a ₃	0,332	0,48	0,49	0,99	0,51	1,01	0,268	0,57	0,57	1,10	0,53	1,08	1,10
a ₄	0,152	0,82	0,86	1,31	0,49	1,37	0,086	1,07	1,07	1,58	0,51	1,58	1,58	
a ₅	0,009	2,05		2,60	0,55						3,15		3,12	3,12
4916	a ₅	0,884	0,05	0,05	0,56	0,51	0,56	0,728	0,14	0,11	0,65	0,51	0,62	
	a ₆	0,590	0,23		0,73	0,50		0,433	0,36		0,86	0,50		0,83
	a ₇	0,270	0,57		1,10	0,53		0,190	0,72		1,215	0,495		1,185
	a ₈				1,52						1,62			1,59

TABLEAU XV (suite).

[illegible]

TABLEAU XV bis.

Longueur d'onde	Pose	Plaques Témoins T					Plaques sensibilisées au salicylate 5 %								
		d (en décim.)	$-\log d$	$-\log d'$	D	A [D-(-log d)]	D_0	D_v	d (en décim.)	$-\log d$	$-\log d'$	D	A [D-(-log d)]	D_e	D_v
Voile du fond	1	0,855	0,07		0,46				0,772	0,11		0,50			
	2	0,872	0,06		0,46				0,767	0,12		0,50			
	3	0,859	0,07		0,46				0,765	0,12		0,50			
	4	0,872	0,06		0,46				0,752	0,12		0,50			
	5	0,758	0,12		0,48				0,729	0,14		0,53			
	6				0,48							0,53			
	7				0,48							0,53			
	8				0,48							0,53			
3341 A	1	0,766	0,12	0,17			0,55		0,712	0,15	0,16			0,54	
	2	0,660	0,18	0,24			0,62		0,596	0,23	0,23			0,61	
	3	0,501	0,30	0,35			0,73	0,725	0,423	0,37	0,37	0,76	0,41	0,75	0,76
	4	0,538	0,45	0,51	0,84	0,385	0,89	0,88	0,274	0,56	0,56	0,945	0,385	0,94	0,945
	5	0,118	0,93	0,93	1,31	0,38	1,31	1,33	0,080	1,10	1,08	1,46	0,36	1,46	1,43
	6	0,053	1,28		1,60	0,32	1,62	1,62	0,026	1,59		1,95	0,40		1,92
	7	0,025	1,60		1,93	0,33	1,95	1,95	0,009	2,05		2,34	0,31		2,31
	8	0,012	1,92		2,27	0,35	2,29	2,29				2,695			2,665
3130	1	0,345	0,46	0,51			0,89		0,402	0,40	0,41			0,79	
	2	0,213	0,67	0,73			1,11		0,221	0,66	0,66			1,04	
	3	0,113	0,95	1,00			1,38		0,094	1,03	1,03			1,41	
	4	0,054	1,27	1,33			1,71		0,034	1,47	1,47			1,85	
3022	1	0,564	0,25	0,30			0,68		0,622	0,21	0,22			0,60	
	2	0,405	0,39	0,45			0,83		0,471	0,33	0,33			0,71	
	3	0,255	0,59	0,64			1,02	1,01	0,291	0,54	0,54	0,915	0,375	0,92	0,915
	4	0,146	0,84	0,90	0,97	0,38	1,28	1,23	0,153	0,82	0,82	1,18	0,36	1,20	1,18
	5	0,035	1,46	1,46	1,80	0,34	1,82	1,82	0,018	1,74		2,07	0,33		2,04
	6	0,015	1,82		2,13	0,31	2,15	2,15				2,735			2,705
	7				2,52		2,54	2,54				3,365			3,335
	8				2,85		2,87	2,87							

TABLEAU XV bis (suite).

Longueur d'onde	Pose	Plaques témoins T					Plaques sensibilisées au salicylate 5 %									
		d (en décim.)	$-\log d$	$-\log d'$	D [D-(-log d)]	D_e	d (en décim.)	$-\log d$	$-\log d'$	D [D-(-log d)]	A	D_e	D_v			
2967	1	0,709	0,15	0,20		0,58	0,702	0,15	0,16		0,51					
	2	0,578	0,24	0,30		0,68	0,634	0,20	0,20		0,58					
	3	0,403	0,39	0,44		0,82	0,484	0,32	0,32	0,72	0,40	0,72				
	4	0,266	0,58	0,64	0,775	0,385	0,320	0,49	0,49	0,89	0,40	0,89				
	5	0,074	1,13	1,13	0,95	0,37	0,061	1,21	1,19	1,60	0,39	1,57				
	6	0,033	1,48		1,49	0,36	0,015	1,82		2,15	0,37	2,12				
	7	0,013	1,89		1,82	0,34				2,74		2,71				
	8	0,008	2,10		2,155	0,265										
2893	2	0,783	0,11	0,17		0,55	0,663	0,18	0,18		0,56					
	3	0,656	0,18	0,23		0,61	0,571	0,24	0,24		0,62					
	4	0,528	0,28	0,34		0,72	0,250	0,60	0,58	0,97	0,37	0,94				
	5	0,210	0,68	0,68	1,07	0,39	0,105	0,98		1,34	0,36	1,31				
	6	0,111	0,95		1,28	0,33	0,039	1,41		1,765	0,355	1,735				
	7	0,051	1,29		1,57	0,28	0,014	1,85		2,24	0,39	2,21				
	8	0,028	1,55		1,86	0,31										
2803	1	0,805	0,09	0,14		0,52	0,701	0,15	0,15		0,53					
	2	0,724	0,14	0,20		0,58	0,618	0,21	0,21		0,59					
	3	0,291	0,23	0,28		0,66	0,460	0,34	0,34	0,74	0,40	0,74				
	4	0,432	0,36	0,42	0,76	0,40	0,159	0,80	0,78	1,20	0,40	1,17				
	5	0,152	0,82	0,82	1,20	0,38	0,055	1,26		1,60	0,34	1,57				
	6	0,076	1,12		1,44	0,32	0,023	1,64		2,03	0,39	2,00				
	7	0,036	1,44		1,755	0,315	0,008	2,12		2,55	0,43	2,52				
	8	0,018	1,74		2,05	0,31										

plus longue que la pose la plus longue de la première paire de plaques. On dispose donc au total de 8 poses dont les durées sont entre elles comme les nombres :

1 2 4 8 32 64 128 256.

En mesurant les densités correspondantes, on peut tracer, pour chaque radiation, la courbe de noircissement à temps de pose variable, avec une gradation très étendue.

Les mesures ont été faites en utilisant à la fois le microphotomètre visuel de Fabry et Buisson et le microphotomètre enregistreur de Moll. Le tableau XV donne, pour des radiations comprises entre 5790 et 3906 Å, les élongations d en décimètres mesurées à l'enregistreur, leurs logarithmes changés de signe et les densités D résultant des mesures visuelles. Les lettres a , b et c désignent les différentes bandes de l'échelon, en commençant par la plus opaque ; les indices 1, 2, ... 8 désignent les poses de durées croissantes. Le tableau XV bis donne les résultats analogues pour les radiations comprises entre 3341 et 2803 Å, la bande a de l'échelon est alors seule utilisée.

Les mesures du tableau XV ont servi à tracer la droite de correspondance entre D et $-\log d$, reproduite figure 6 (voir p. 20). L'ordonnée à l'origine de la droite tracée donne la constante $A = 0,51$ et cette valeur coïncide avec la moyenne arithmétique des différences entre D et $-\log d$ que l'on trouve dans les colonnes 7 et 14.

Les mesures du tableau XV bis ont été faites avec une sensibilité plus faible de l'enregistreur. La constante A doit par suite être plus petite. Les enregistrements des poses 6 et 7 donnent des valeurs nettement plus faibles que les autres poses. Ils doivent être entachés d'une erreur systématique (probablement variation de la tension aux bornes de la lampe d'éclairage). Pour déterminer la constante A dans cette série, je ne me suis servi que des 5 premières poses et j'ai obtenu $A = 0,38$.

Il a été tenu compte des petites différences existant entre les voiles de fond des divers clichés. Les corrections ont été faites par simple soustraction. Dans le cas des mesures visuelles, le voile est mesuré aux 4 coins de la plaque, et la moyenne de ces mesures est adoptée. J'ai choisi arbitrairement comme référence la densité 0,50 du voile de fond de la 1^{re} plaque au salicylate. Sur une autre plaque, où le voile de fond a la valeur V , je retranche aux densités mesurées D la différence $V - 0,50$. Par exemple le voile de fond de la 1^{re} plaque témoin étant 0,46, les densités mesurées visuellement sur cette plaque seront toutes majorées de 0,04. On a ainsi la valeur corrigée des mesures visuelles D_v .

Dans le cas des mesures faites à l'enregistreur, le voile de fond est évalué sur chaque enregistrement au moyen de l'élongation moyenne en dehors des raies. Celle-ci est constante d'un bout à l'autre de l'enregistrement quand le spectre continu du mercure n'intervient pas. On a pris comme voile de référence $-\log d = 0,00$ pour le tableau XV, et $-\log d = 0,12$ pour le tableau XV bis. Les corrections sont encore par soustraction, mais pose par pose. $-\log d'$ représente les valeurs de $-\log d$ ainsi ramenées à une valeur constante du voile de fond. En ajoutant A à $-\log d'$, on a finalement la densité D_0 déduite des enregistrements.

25. — Construction des courbes de noircissement plus complètes à temps de pose variable dans la région d'exposition normale et celle de sous-exposition. — Les courbes de noircissement à temps de pose variable ont été construites dans un intervalle de $\log t$ allant de 0 jusqu'à 2,4 pour toutes les radiations entre 5790 et 2803 Å (figures 29 et 30), pour lesquelles on disposait de l'ensemble des mesures aux deux instruments. Comme la précision n'est pas la même suivant les densités, je me sers de D_o pour les densités inférieures à 1, de D_v pour des densités supérieures à 1,5 et de la moyenne de D_o et D_v pour les densités comprises entre 1 et 1,5.

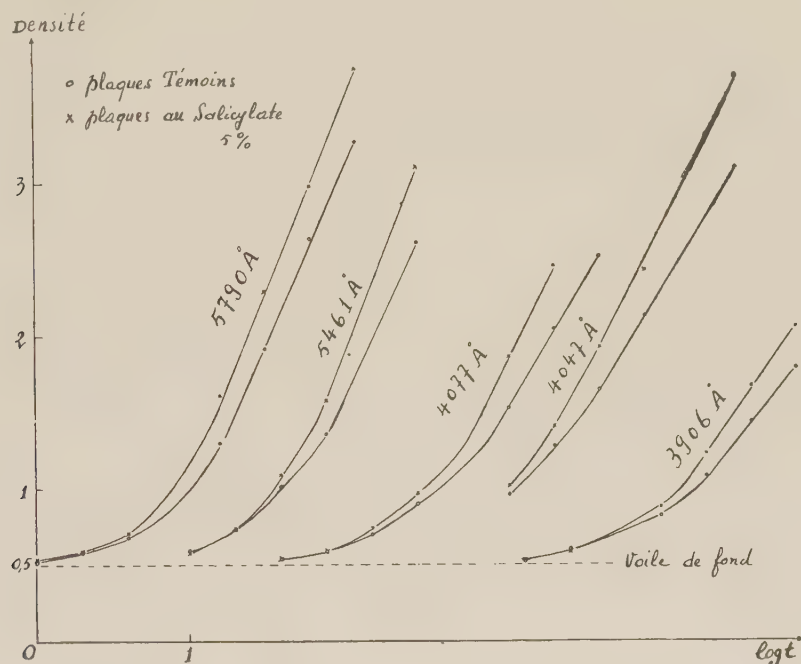


FIG. 29.

On voit que les radiations de longueur d'onde supérieures ou égales à 3341 Å, la courbe de noircissement de la plaque au salicylate est tout entière au-dessus de celle de la plaque témoin à partir de la densité 0,6 qui n'est supérieure que de 0,1 de celle du voile du fond. La petite fluctuation qui se manifeste quelquefois entre les densités 0,5 et 0,6 est du même ordre que les erreurs de mesures. Le seuil paraît donc être le même pour les deux plaques, puis les courbes se séparent progressivement dans la région de sous-exposition et dans la région d'exposition normale. La plaque au salicylate montre un contraste un peu plus grand que la plaque témoin ; toutefois, l'inertie paraît à peine changée.

Au contraire, pour les radiations de longueur d'onde inférieure ou égale à 3130 Å, les deux courbes se coupent en un certain point dont la densité D_c est voisine de 1,3 pour ce groupe de clichés. La courbe des plaques fluorescentes est au-dessous de celle de la plaque témoin dans la région où la densité est inférieure à D_c , et le seuil est bien entendu plus petit, mais le contraste étant toujours beaucoup plus grand pour les plaques fluorescentes, la courbe correspondante rejoint bientôt celle de la plaque témoin et passe au-dessus. Le traitement par le salicylate a visiblement pour effet d'accroître notablement l'inertie de la plaque.

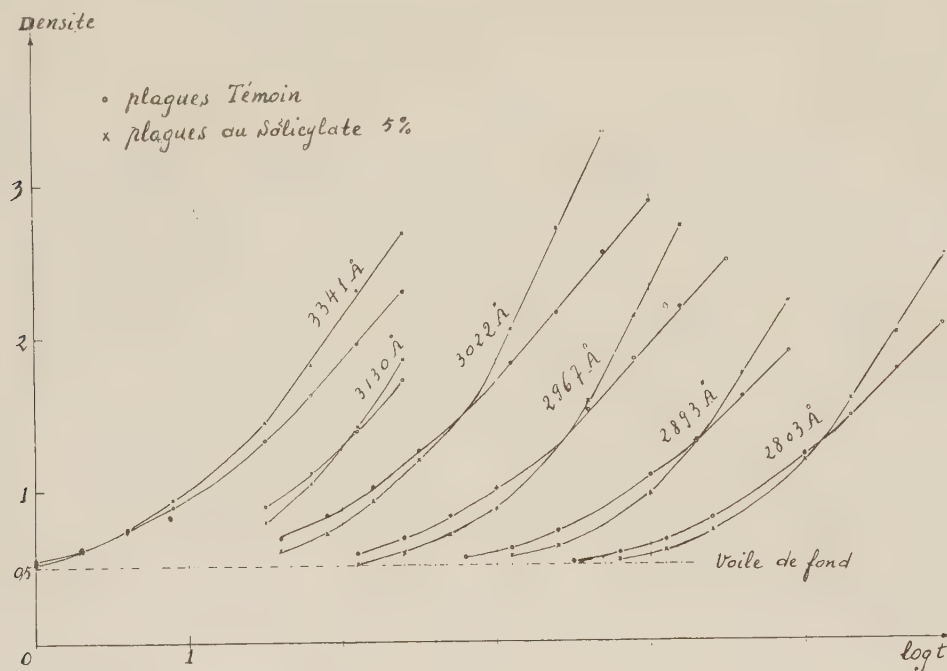


FIG. 30.

Ainsi, la sensibilité relative S_D varie essentiellement avec la densité considérée. Elle est toujours supérieure à 1 pour les longueurs d'onde supérieures ou égales à 3341 Å et pour les radiations ultra-violettes quand la densité est plus grande que D_c . Mais elle est peut-être inférieure à 1 pour les longueurs d'onde inférieures ou égales à 3130 Å dans le cas des densités plus petites que D_c .

CHAPITRE VI

Etude des plaques traitées par d'autres substances fluorescentes

26. — **Observation préliminaire.** — On va résumer dans ce chapitre les résultats obtenus avec des plaques traitées par d'autres substances fluorescentes : *fluorescéine*, *uranine*, *sulfate de quinine*, *diamidostilbène*, *esculine* et *anthracène* dans des solvants appropriés.

Les résultats relatifs au salicylate de sodium montrent que l'action de la solution fluorescente est d'autant plus prononcée que sa concentration est plus grande. Mais la plupart des substances précédentes sont peu solubles dans l'eau et les solvants usuels. J'ai d'abord cherché à réaliser des concentrations assez fortes en utilisant la fluorescéine en solution sodique, le sulfate de quinine en solution sulfurique. (On ajoute goutte à goutte l'acide sulfurique jusqu'à dissolution complète du produit). J'ai atteint ainsi des concentrations de 1 à 5 p. 100. Mais les plaques ainsi préparées étaient toujours sales et montraient une désensibilisation marquée. L'emploi de solutions concentrées est donc sans intérêt et les expériences que je vais rapporter maintenant concernent des solutions très diluées.

27. — **Fluorescéine.** — Les plaques Crumière « Superaviachrome » sont immergées pendant 2 minutes dans des solutions aqueuses (eau distillée) de concentrations $5 \cdot 10^{-5}$ et 10^{-6} , développement pendant 5 minutes à $14^{\circ},5$ C, température ambiante.

Le tableau XVI montre que de 5790 à 2803 Å, le facteur de contraste γ n'est pas sensiblement modifié ; par suite, la sensibilité relative ne varie pas rapidement avec la densité. Elle est évaluée pour des densités comprises entre 2,5 et 3. On voit que, pour

TABLEAU XVI.

Longueur d'onde	Facteur de contraste γ						Sensibilité relative $S_{2,5-3}$					
	Fluorescéine			Uranine			Fluorescéine			Uranine		
	T	5.10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	T	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	5.10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
5790 Å	2,20	2,25	2,28	2,70	2,73	2,75	2,84	0,88	2,14	0,64	0,81	1,29
5461	2,15	2,10	2,30	2,80	2,85	2,75	2,82	0,84	1,70	0,69	0,80	1,17
4358	1,98	2,06	2,09	2,43	2,37	2,40	2,50	0,90	0,98	0,56	0,83	1,00
4047	1,95	1,92	2,05	2,39	2,25	2,30	2,37	0,91	0,93	0,54	0,79	0,94
3341	1,50	1,50	1,50	(1,42)	(1,42)	(1,46)	(1,48)	0,83	0,87	0,45	0,85	0,89
3130				1,53	1,55	1,60	1,58			0,44	0,87	0,89
2967	1,40	1,46	1,47	1,40	1,42	1,44	1,43	0,87	0,87	0,40	0,77	0,87
2893				(1,16)	(1,08)	(1,17)	(1,18)			0,43	0,75	0,86
2803	1,30	1,47	1,45	1,23	1,18	1,23	1,24	0,83	0,85	0,40	0,79	0,85

TABEAU XVII.

Sulfate de quinine

Longueur d'onde	Facteur de contraste γ				Sensibilité relative $S_{2,5-3}$				
	1 ^{re} série		2 ^e série		1 ^{re} série		2 ^e série		
	T	10^{-3}	10^{-4}	T	5.10^{-4}	10^{-4}	5.10^{-4}	10^{-4}	2.10^{-5}
5461 Å	3,30	3,26	3,35			1,23	1,51		
4916	2,70	2,84	3,00			0,72	1,38		
4358				2,05	2,14	2,08		0,70	0,85
4077	2,54	2,40	2,48			0,60	0,89		1,02
4047	2,34	2,13	2,12	1,93	1,90	1,85		0,77	0,87
3906	2,33	2,20	2,31			0,60	0,95		
3341	1,64	1,55	1,63	1,46	1,37	1,39	1,42	0,73	0,89
3022	1,62	1,45	1,61			0,49	0,91		1,10
2967	1,54	1,45	1,57	1,44	1,40	1,33	1,39	0,75	0,91
2893	1,52	1,40	1,57			0,32	0,89		1,05
2803	1,50	1,43	1,60	1,36	1,35	1,30	1,34	0,74	0,87
2753	1,50	1,48	1,55			0,48	1,00		

toutes les radiations, elle est un peu inférieure à l'unité lorsque la concentration atteint 5.10^{-5} ; elle augmente un peu quand la concentration diminue, et devient alors supérieure à 1 pour les raies 5461 et 5790 Å.

28. — **Uranine.** — Les plaques « Superaviachrome » sont immergées pendant 2 minutes dans des solutions aqueuses (eau de puits) de concentrations 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} , et développées pendant 5 minutes à 20° C. (bain chauffé). Les résultats, contenus également dans le tableau XVI, sont analogues aux précédents : pas d'influence sensible sur le facteur de contraste γ , désensibilisation d'autant plus marquée dans tout le spectre, que la concentration est plus grande, légère augmentation de sensibilité dans le vert et le jaune pour la concentration la plus faible.

29. — **Sulfate de quinine.** — Dans une première série d'expériences, les plaques Guillemot « Superfulgur » *anti-halo*, étaient trempées pendant 2 minutes dans des solutions aqueuses (eau distillée), de concentrations 10^{-3} et 10^{-4} , puis développées pendant 5 minutes à 18°C (bain chauffé). Dans une deuxième série d'expériences, les plaques Crumière « Superaviachrome » étaient trempées pendant 2 minutes dans les solutions aqueuses (eau de puits) de concentrations 5.10^{-4} , 10^{-4} et 2.10^{-5} . Développement 5 minutes à 16°C, température ambiante.

Les résultats, résumés dans le tableau XVII, ressemblent beaucoup à ceux donnés par la fluorescéine et l'uranine. Mais on ne sait pas si, dans la première série, l'augmentation de la sensibilité chromatique provenait de la dissolution de l'enduit du dos de la plaque ou du sulfate de quinine. Dans la deuxième série, cette augmentation est presque insignifiante même pour la concentration la plus faible 2.10^{-5} .

30. — **Diamidostilbène.** — J'ai utilisé des solutions dans l'acétylacétate d'éthyle de concentrations 5.10^{-4} et $1,6.10^{-4}$. Les essais ont été faits sur les plaques Superaviachrome et Crumière « Panchro P ». Les conditions d'expériences sont groupées dans le tableau XVI.

TABLEAU XVIII.

Série	Plaque	Concentration	Durée d'immersion	Durée et température de développement
1	Superaviachrome	5.10^{-4}	1 minute	10 min. à 14°C (temp. amb.)
2	Panchro P	$1,6.10^{-4}$	2 minutes	5 min. à 20°C (temp. amb.)
3	Panchro P	$1,6.10^{-4}$	1 minute	5 min. à 17°C (temp. amb.)

Les résultats, groupés dans le tableau XVIII bis, sont analogues aux précédents pour les plaques Panchro P dans les 2° et 3° séries, mais l'augmentation de la sensibilité se

manifeste à partir de 4000 Å. La désensibilisation sur les plaques Superaviachrome est peut-être due à une concentration trop forte.

TABLEAU XVIII bis.

Diamidostilbène

Longueur d'onde	Facteur de contraste γ						Sensibilité relative $S_{2,5-3}$		
	Série 1		Série 2		Série 3		$S_{2,5-3}$		
	T	traitées	T	traitées	T	traitées	1	2	3
5790 Å	2,80	2,70	2,78	2,72	2,42	2,40	0,87	1,12	1,20
5461	2,78	2,74	2,80	2,75	2,51	2,45	0,89	1,15	1,17
4358	2,25	2,07	2,40	2,30	2,00	1,96	0,87	1,17	1,41
4047	2,24	2,10	2,10	2,20	2,00	1,98	0,87	1,17	1,38
3906					1,75	1,80			1,00
3341	1,70	1,62	1,58	1,61	1,43	1,40	0,79	0,98	0,98
3022	1,68	1,70	1,54	1,55			0,72	1,00	
2967	1,60	1,63	1,48	1,60	1,35	1,55	0,71	0,95	0,95
2803	1,53	1,61	1,40	1,50	1,34	1,50	0,74	0,89	0,89

31. — **Esculine.** — Plaques Lumière « Panchromatique » trempées pendant une minute dans une solution aqueuse de concentration 3.10^{-4} , développées pendant 5 minutes à 20°C (bain chauffé). Les résultats sont donnés dans le tableau XIX. Il n'y a pas d'action pour les faibles longueurs d'onde, mais une légère augmentation de la sensibilité relative pour les raies 4916 et 5461 Å.

TABLEAU XIX.

Esculine

Longueur d'onde	Facteur γ		Sensibilité relative $S_{2,5-3}$
	Plaques témoins	Plaques traitées	
5461 Å	2,65	2,66	1,29
4916	2,40	2,36	1,12
4077	2,17	2,17	1,02
4047	2,19	2,19	0,98
3906	1,92	1,83	1,00
3660	1,89	1,83	0,91
3341	1,69	1,69	0,94
3130	1,57	1,57	1,00
3022	1,57	1,55	1,00
2967	1,55	1,56	1,07

32. — **Anthracène.** — Les plaques Superaviachrome sont trempées pendant 100 secondes dans une solution alcoolique saturée à 25°C, développées pendant 400 secondes à 16°C, température ambiante. On n'observe toujours pas de variation sensible du facteur de contraste γ (tableau XX), mais la désensibilisation est cette fois considérable. On ne sait s'il faut l'attribuer à l'action propre de l'anthracène ou à la production d'un dépôt de petits cristaux par le refroidissement au moment de séchage.

TABLEAU XX.

Anthracène

<i>Longueur d'onde</i>	<i>Facteur γ</i>		<i>Sensibilité relative $S_{2,5-3}$</i>
	<i>Plaques témoins</i>	<i>Plaques traitées</i>	
5790 Å	3,00	3,03	0,28
5461	3,03	3,03	0,34
4358	2,55	2,46	0,35
4077	2,47	2,36	0,30
4047	2,45	2,35	0,30
3906	2,15	1,78	0,36
3341	1,66	1,45	0,33
3130	1,58	1,44	0,34
2967	1,57	1,35	0,36
2893	1,53	1,29	0,36
2803	1,49	1,25	0,36
2753	1,40	1,20	0,38
2699	1,37	1,15	0,37

CONCLUSIONS

33. — Rappel des principaux résultats obtenus avec le salicylate de sodium. —

a) *Facteurs de contraste*. Pour toutes les plaques commerciales que j'ai étudiées : Lumière *Opta* et *Etiquette bleue*, Guilleminot *Fulgur* et *Superfulgur*, Crumière *Superavichrome*, le facteur de contraste γ à éclairnement variable diminue rapidement depuis le spectre visible jusqu'à 3341 Å. Au-dessous de 3341 Å, et jusqu'à 2482 Å, limite inférieure de la région spectrale que j'ai explorée, la décroissance de γ se ralentit beaucoup.

Pour les mêmes plaques, traitées par des solutions de salicylate de sodium, le facteur de contraste γ est toujours légèrement plus grand que celui des plaques témoins. Il diminue encore plus rapidement du spectre visible à 3341 Å, puis montre, vers les petites longueurs d'onde, une augmentation brusque et importante. Il devient pratiquement constant pour les raies 2967, 2893 et 2803 Å de mercure, pour une concentration de 2 p. 100 de la solution de salicylate. Cette constance s'étend plus loin lorsqu'on utilise des solutions plus concentrées ; elle persiste jusqu'à 2482 Å quand la concentration atteint au moins 10 p. 100. La valeur de γ correspondant à ce palier croît aussi avec la concentration, et devient finalement égale à celle qui correspond au centre de la bande de fluorescence du salicylate (4200 Å) lorsque la concentration atteint 10 p. 100. C'est cette concentration limite qu'il faudrait adopter pour tenter de faire des déterminations énergétiques absolues avec des plaques au salicylate, en appliquant la loi de constance du rendement quantique qui, entre 3400 et 2700 Å, a été établie en première approximation par DUBOULOZ [13]. D'une façon plus précise, DÉJARDIN et SCHWÉGLER [14] et LATARJET [17] ont constaté que cette constance s'étendait de 3400 jusqu'à 2400 Å.

Le facteur de contraste γ' à temps de pose variable suit une marche analogue à celle de γ , tant pour les plaques témoins que pour les plaques au salicylate. Avec un spectrographe à vide, à optique de fluorine, TERRIEN [26] a montré que le facteur γ' restait constant depuis 2500 Å, limite inférieure de la région que j'ai explorée, jusqu'à 1600 Å, sur les plaques *Superfulgur*, traitées par une solution de 20 p. 100 de salicylate. La vérification de cette propriété a été étendue encore à des radiations de plus courtes longueurs d'onde. En se servant d'un spectrographe à vide à réseau concave, Mme Renée MONTAGNE et M. R. RICARD [27] ont constaté que le facteur γ' restait constant entre 2000 et 1280 Å.

pour des solutions de salicylate à 10 p. 100. Et, de même, Mme Herman MONTAGNE et MM. L. HERMAN et R. RICARD [28] trouvaient que cette constance existe encore dans la région de l'ultra-violet très lointain (1800-700 Å), pour une concentration de 9 p. 100 de salicylate de sodium. Il semble donc que, lorsqu'on utilise des solutions assez concentrées ($\geq 10\%$), le facteur de contraste γ' soit constant dans toute la région ultra-violette entre 3000 et 700 Å.

b) *Sensibilité relative.* Dans la région des grandes longueurs d'onde, entre 5790 et 3341 Å, le traitement par des solutions aqueuses de salicylate augmente un peu la sensibilité, en même temps que le contraste, sans que l'*inertie* et le *seuil* au-dessus du voile de fond, paraissent modifiés.

Au-dessous de 3130 Å, l'augmentation de la sensibilité relative devient considérable pour les grandes densités, et croît avec la concentration, (j'ai fait varier celle-ci de 1 à 20 p. 100). Mais les courbes de noircissement des plaques au salicylate et des plaques témoins *se coupent*. Le point d'intersection se trouve au voisinage de la densité 1,3 pour toutes les raies au-dessous de 3130 Å, avec une concentration de 5 p. 100. Pour des densités plus faibles, les courbes de noircissement des plaques au salicylate se trouvent au-dessous de celles des plaques témoins, et ainsi pour les faibles densités, le traitement par le salicylate diminue la sensibilité. L'*inertie* manifeste une augmentation importante.

c) L'action du salicylate paraît à peu près la même sur tous les types de plaques étudiées. Les solutions aqueuses et alcooliques donnent des résultats comparables. C'est seulement pour la sensibilité dans les grandes longueurs d'onde que les solutions aqueuses semblent un peu plus avantageuses.

d) Les résultats précédents diffèrent assez sensiblement de ceux qu'ont publiés récemment M. L. HERMAN et Mlle F. BERNSTEIN [29] qui ont attiré l'attention sur l'existence d'une certaine désensibilisation par le salicylate. D'après ces auteurs, le traitement par des solutions de salicylate aurait pour effet de diviser sensiblement par 2 la sensibilité des plaques dans tout le domaine spectral compris entre 6000 et 2500 Å, pour les densités inférieures à 2.

34. — **Essai d'interprétation.** — L'augmentation considérable du contraste et de la sensibilité relative pour les longueurs d'onde inférieures à 3130 Å provient évidemment de la transformation des radiations incidentes en lumière de fluorescence. Une plaque photographique préalablement dépouillée de son bromure d'argent par une solution d'hyposulfite, puis traitée par une solution concentrée de salicylate, montre effectivement une belle fluorescence bleu-violette [30]. D'autre part, le facteur de contraste obtenu dans l'ultra-violet, au-dessous de 3000 Å est sensiblement le même qu'au centre de la bande de fluorescence. Comme le spectre de fluorescence ne varie pas avec les radiations excitatrices, on comprend donc que les facteurs de contraste deviennent indépendants de la longueur d'onde dès que l'absorption du rayonnement excitateur se montre suffisamment

complète. G. DÉJARDIN et L. HERMAN [25] ont montré que le salicylate solide, éclairé par un tube à hydrogène, diffuse très peu de lumière entre 3200 et 2400 Å. Cette région spectrale est donc absorbée par les cristaux de salicylate. Le bord rouge de cette bande d'absorption se trouve précisément dans la région où les facteurs de contraste des plaques au salicylate ont commencé à croître sans encore avoir atteint leur valeur limite.

La transformation du rayonnement ultra-violet en lumière de fluorescence étant un mécanisme purement optique, il est naturel que l'augmentation des facteurs de contraste et la sensibilité relative soit indépendante de l'émulsion employée et du solvant utilisé. Le fait que les facteurs de contraste limites ($\lambda < 3000$ Å) et la sensibilité croissent avec la concentration s'explique simplement par insuffisance de la matière fluorescente retenue dans l'émulsion, dans les cas des faibles concentrations. La transformation en lumière de fluorescence est alors incomplète.

Il est difficile de se prononcer sur l'origine de la désensibilisation observée dans l'ultra-violet pour les faibles densités. Pour tenter de le faire, il faudrait pouvoir construire les courbes de noircissement relatives au rayonnement incident et au rayonnement de fluorescence, en portant en abscisses non pas les éclairagements évalués en unités arbitraires, mais l'énergie transportée par les radiations. Toutefois, le fait que le rendement quantique de fluorescence est, en général, inférieur à l'unité doit agir dans le sens d'une désensibilisation. En outre, une certaine partie du rayonnement de fluorescence provenant de la surface même de la plaque doit aussi être émise vers l'avant sans impressionner celle-ci. Dans la région de sous-exposition, il pourra arriver que l'augmentation de la sensibilité par transformation en lumière de fluorescence ne suffise pas à compenser la perte d'énergie résultant du fait que le rendement est inférieur à l'unité et celle qui provient de l'émission de lumière fluorescente vers l'avant, sur la surface même de la plaque.

M. HERMAN et Mlle BERNSTEIN ont précisément invoqué l'émission de la lumière par diffusion ou par fluorescence vers l'avant de la plaque pour expliquer leurs résultats. Mais il n'est pas possible que la moitié de la lumière soit perdue de ce fait, car l'émission ne se produit pas tout entière à la surface même de la plaque [31]. La lumière réémise dans l'intérieur de l'émulsion pourra agir aussi sur les halosels d'argent. Comme les plaques ne sont pas également sensibles au rayonnement incident et au rayonnement de fluorescence, au cas même où la moitié seulement du rayonnement de fluorescence impressionnerait les plaques, la sensibilité ne serait pas réduite à la moitié de sa valeur primitive, puisqu'à l'énergie égale, les plaques sont beaucoup plus sensibles vers 4200 Å que pour l'ultra-violet.

Pour expliquer la même désensibilisation de moitié qu'ils observent aussi pour les grandes longueurs d'onde, M. HERMAN et Mlle BERNSTEIN invoquent la diffusion de la lumière par les petits cristaux de salicylate. Cette hypothèse ne semble pas non plus tout à fait exacte. Une partie de la lumière tombant sur une plaque photographique subit une réflexion diffuse à la surface de l'émulsion et se trouve perdue pour celle-ci. La présence de petits cristaux de salicylate peut bien augmenter légèrement la proportion de lumière diffusée, mais pas au point de réduire de moitié l'énergie agissant sur l'émulsion. Du

reste, je n'ai jamais observé de désensibilisation pour les radiations non absorbées par le salicylate, lorsque la préparation des plaques était parfaitement réussie. La désensibilisation que j'ai constatée dans le jaune pour les plaques du groupe E de ma 4^e série d'expériences (concentration 10 p. 100) doit être attribuée à un séchage incomplet. On sait que l'humidité diminue notablement la sensibilité des plaques [32] et le séchage des plaques visqueuses obtenues avec des solutions concentrées de salicylate est très difficile à obtenir. M. HERMAN et Mlle BERNSTEIN ont constaté eux-mêmes que les résultats sont beaucoup moins réguliers dans le cas des solutions aqueuses que dans le cas des solutions alcooliques de salicylate. Je pense donc que la différence (d'ailleurs limitée à la désensibilisation par les radiations de longueurs d'onde supérieures à 3341 Å) qui subsiste entre nos résultats provient d'une différence dans la technique de préparation de nos plaques.

La faible augmentation de la sensibilité que j'observe pour les grandes longueurs d'onde dans les grandes densités est évidemment sans lien avec la fluorescence de salicylate. Il est permis d'attribuer à la présence des ions Na^+ ; car, d'après FASANS, on sait que la sensibilité augmente avec le pH [33]. La petite différence manifestée par l'emploi des solutions aqueuses et des solutions alcooliques justifie cette manière de voir.

35. — Conclusions pratiques. — L'augmentation du facteur de contraste et, par suite, de la sensibilité relative pour les densités élevées permet de recommander les plaques au salicylate, non seulement pour l'étude de l'ultra-violet lointain, mais aussi pour celle de l'ultra-violet proche. La constance du facteur de contraste au-dessous de 3000 Å jusqu'à 700 Å simplifie l'étalonnage des clichés destinés aux mesures spectrophotométriques. Au lieu d'avoir à étalonner les plaques, radiation par radiation, il suffira d'effectuer cet étalonnage pour une radiation quelconque au-dessous de 3000 Å, et l'étalonnage sera valable pour un très large intervalle spectral.

L'emploi de la plaque au salicylate pourra être très avantageux pour la spectrophotométrie photographique dans tous les domaines de l'ultra-violet, au-dessous de 3000 Å. Il semble aussi que l'on pourra essayer de l'utiliser dans le proche ultra-violet, à l'étude de l'extrémité ultra-violette du spectre solaire et des spectres des astres en général. On sait que ceux-ci sont limités vers 2900 Å par l'absorption de l'ozone atmosphérique. Les dosages de l'ozone atmosphérique se font très fréquemment par l'étude des bandes de HUGGINS, qui occupent la région 3100-3400 Å environ. Il est permis de penser que l'augmentation considérable du contraste dans cette région facilitera ces dosages. Malheureusement, ces bandes se trouvent trop loin vers les grandes longueurs d'onde pour qu'on puisse, dans ce cas, profiter de la constance du facteur de contraste. Les β naphthols di ou trisulfoniques, en sels de sodium, dont la bande de fluorescence est déplacée vers les grandes longueurs d'onde, et dont les propriétés se rapprochent de celles du salicylate, conviendront peut-être pour cet emploi.

Pour les applications du salicylate de sodium, les solutions alcooliques seront généralement préférées, en raison de leur plus grande facilité de préparation. La concentration peut atteindre facilement 5 p. 100. On pourra utiliser aussi des solutions aqueuses

si l'on veut atteindre une concentration de 10 p. 100. Au-dessous de 5 p. 100, l'effet semble insuffisant ; au-dessus de 10 p. 100, la préparation devient trop difficile

36. — Résultats obtenus avec les autres substances fluorescentes. — Parmi les autres substances fluorescentes essayées, aucune n'a donné de résultats intéressants au point de vue de la sensibilisation par fluorescence. La plupart d'entre elles étaient fort peu solubles et les solutions trop diluées ne laissent dans l'émulsion qu'une quantité très faible de produit fluorescent.

On peut essayer de se rendre compte de l'ordre de grandeur de cette quantité en admettant, en première approximation, que la solution pénètre librement dans l'émulsion et que la concentration atteinte dans celle-ci est la même que celle de la solution. L'épaisseur de l'émulsion est de l'ordre de quelques centièmes de millimètre. Admettons qu'une fois mouillée, elle soit 10^{-2} cm. Toutes les concentrations que j'ai utilisées dans cette série d'expériences sont inférieures à 10^{-3} gr. par cm^3 . Cette concentration n'a été atteinte qu'avec le sulfate de quinine ; on aurait donc 10^{-5} gr. de matière fluorescente par cm^2 d'émulsion. Le poids moléculaire du sulfate de quinine étant 400 environ, le poids de la molécule est $\frac{400}{6 \cdot 10^{23}} = 6,6 \cdot 10^{-22}$ gr. et le nombre de molécules par cm^2 de l'émulsion sera :

$$\frac{10^{-5}}{6,6 \cdot 10^{-22}} = 1,5 \cdot 10^{16}$$

Si enfin les dimensions moléculaires sont de l'ordre de 10^{-7} cm, la concentration maximum réalisée par le sulfate de quinine ne comprendrait qu'une centaine de couches monomoléculaires.

Avec le salicylate, la sensibilisation par fluorescence ne se montre vraiment efficace qu'à partir de 5 p. 100. On trouve de la même façon, que le nombre de molécules par cm^2 de l'émulsion est alors égal à $1,7 \cdot 10^{16}$. (Poids moléculaire de salicylate de sodium = 174). Il est donc 10 fois plus grand que dans le cas de sulfate de quinine. Comme la fluorescence est un phénomène électronique, il faut un très grand nombre de couches monomoléculaires pour arrêter complètement le rayonnement incident.

Voici encore des expériences simples qui viennent à l'appui de ce qui précède :

Eclairons avec un arc au mercure une solution de salicylate de sodium contenue dans une cuve de quartz fondu. Quand la concentration est grande, la fluorescence ne se manifeste que dans une couche mince derrière la face éclairée. Si nous diminuons la concentration, la fluorescence s'étend de plus en plus loin et occupe finalement toute la longueur de la cuve (5 cm.). Arrêtons-nous au moment où elle atteint à peine la face opposée ; la concentration est alors 10^{-5} gr. par cm^3 . Recommençons avec le sulfate de quinine, le même résultat est atteint quand la concentration est $2 \cdot 10^{-5}$ gr. par cm^3 . Pour obtenir une absorption équivalente dans une émulsion de 10^{-2} cm. d'épaisseur, il faudrait des concentrations de 0,5 p. 100 pour le salicylate et 10^{-2} gr. par cm^3 pour le sulfate de quinine.

Enfin, tandis que l'esculine, peu soluble, ne m'a pas donné de résultats intéressants par sensibilisation au trempé, on sait que HARRISON et LEIGHTON [10] ont obtenu d'excellents résultats en incorporant la même substance dans la gélatine à des doses beaucoup plus massives. On obtiendrait, je pense, des résultats comparables en incorporant dans l'émulsion d'autres substances fluorescentes convenablement choisies.

Mais très souvent les substances fluorescentes sont des matières colorantes qui agissent aussi d'une autre manière en augmentant la sensibilité chromatique des émulsions pour les grandes longueurs d'onde lorsque la concentration est convenable et, en général, très faible. Ces matières colorantes deviennent désensibilisatrices lorsque les concentrations sont relativement fortes. Ce sont les résultats que j'ai trouvés pour la fluorescéine, l'uranine...

Enfin la désensibilisation par les solvants organiques peut être attribuée à une coagulation plus ou moins prononcée de la gélatine qui réduit le pouvoir récepteur de celle-ci pour l'ion Br^- . On sait, en effet, d'après SHEPPARD [34], que le brome dissocié dans l'équation photochimique est attaché à la gélatine.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] LYMAN. — *Science*, July 1921, p. 48.
- [2] J. DUCLAUX et P. JEANTET. — *J. Phys.*, 2, 1921, p. 156.
- [3] V. HENRI. — *J. Phys.*, 3, 1922, p. 181.
- [4] G. R. HARRISON et HESTHAL. — *J. Opt. Soc. Amer.*, 8, 1924, p. 471-485.
- [5] HELMICK. — *J. Opt. Soc. Amer.*, 9, 1924, p. 521.
- [6] J. et J.-F. THOVERT. — *Bull. Soc. Phys. Fr.*, n° 330, 1932, p. 158^r.
- [7] R.-E. BURROUGHS. — *Photographic plates for use in spectroscopy and astronomy* (Editeur Eastman Kodak Company, 2^e édition, 1935), p. 17.
- [8] A.-J. ALLEN et R. FRANKLIN. — *Phys. Rev.*, 40, 1932, p. 1038 ; *Sc. Ind. phot.*, 3, 1932, p. 323.
- [9] A. HUNTER et R.W.-B. PEARSE. — *Nature*, 138, 1936, p. 37.
- [10] G.-R. HARRISON. — *J. Opt. Soc. Amer.*, 11, 1925, p. 113.
- [11] G.-R. HARRISON et P.-A. LEIGHTON. — *Phys. Rev.*, 38, 1931, p. 899-908.
- [12] A. CHEVALIER et P. DUBOULOZ. — *C. R.*, 194, 1932, p. 174 et p. 452.
- [13] P. DUBOULOZ. — Thèse de Doctorat, Lyon, 1933 ; *Rev. d'Opt.*, 12, 1933, p. 114.
- [14] G. DÉJARDIN et Mlle SCHWÉGLER. — *C. R.*, 196, 1933, p. 1585 ; *Rev. d'Opt.*, 13, 1934, pp. 313-330 et 353-374.
- [15] G. DÉJARDIN. — *Comm. Soc. Sav. Fr.*, 1936.
- [16] G. DÉJARDIN et J. TERRIEN. — *Réunions de l'Institut d'Optique*, Sér. 7, 1936, 3^e Réun.
- [17] R. LATARJET. — Thèse de Doctorat, Lyon, 1937 ; *Rev. d'Opt.*, 16, 1937, p. 168-187.
- [18] TIEN KIU. — *C. R.*, 201, 1935, p. 1348 ; *Comm. Soc. Sav. Fr.*, 1936.
- [19] M. LEBLANC fils. — *L'arc électrique* (Recueil des conférences, rapports et documentations sur la physique), pp. 64-89.

- [20] G. DÉJARDIN et D. CAVASSILAS. — *Bull. Soc. Phys. Fr.*, n° 401, 1937, p. 46^s.
 - [21] J. DUFAY. — *Bull. Observ. Lyon*, 10, 1928, p. 39.
 - [22] F. BALDET. — *Bull. Soc. Astro. Fr.*, 38, 1924, p. 383.
 - [23] TIEN KIU. — *Sc. Ind. phot.*, 8, 1937, pp. 1-6.
 - [24] U. SCHMIESCHEK. — *Deuts. Ueruchsanstalt f. luftfahat VI*, 1932, p. 33 ; *Sc. Ind. phot.*, 4, 1933, p. 45.
 - [25] G. DÉJARDIN et L. HERMAN. — *C. R.*, 202, 1936, p. 651.
 - [26] J. TERRIEN. — *C. R.*, 202, 1936, p. 211.
 - [27] Mme R. MONTAGNE et M. R. RICARD — *C. R.*, 202, 1936, p. 477.
 - [28] Mme R. HERMAN MONTAGNE, MM. L. HERMAN et R. RICARD. — *C. R.*, 202, 1936, p. 1669.
 - [29] M L. HERMAN et Mlle F. BERNSTEIN. — *C. R.*, 204, 1937, p 1868.
 - [30] TIEN KIU. — *C. R.*, 203, 1936, p. 1144.
 - [31] TIEN KIU. — *C. R.*, 205, 1937, p. 749.
 - [32] S.-E. SHEPPARD et E.-P. WIGHTMAN. — 8^e *Intern. Kongress. Phot.*, Dresden, 1931, pp. 157-163 ; *Sc. Ind. phot.*, 8^m, 1928, p. 45 ; et *Sc. Ind. phot.*, 3, 1932, p. 292.
 - [32 bis] A. CHARRIOU et Mlle S. VALETTE. — *C. R.*, 200, 1935, p. 1528.
 - [33] LUPPO-CRAMER. — *Zeits. wiss. phot.*, 31, 1933, p. 200 ; *Sc. Ind. phot.*, 4, 1933, p. 42.
 - [33 bis] A.-J. BABINOWITSCH et C.-S. BAGDASSARIAN. — *Zeits. wiss. phot.*, 32, 1933, p. 97 ; *Sc. Ind. phot.*, 4, 1933, p. 360
 - [34] S.-E. SHEPPARD. — *Journ. Mot. Pict. Fng.*, 24, 1935, p. 500 ; *Sc. Ind. phot.*, 6, 1935, p. 305.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
Chapitre I. — MONTAGE OPTIQUE ET TECHNIQUE DES EXPERIENCES..	9
1. <i>Montage optique</i>	9
2. <i>Contrôle de la source</i>	9
3. <i>Dispositif de réduction de l'éclairement. Echelon platiné</i>	10
4. <i>Etalonnage de l'échelon platiné</i>	11
5. <i>Précision de l'étalonnage</i>	14
6. <i>Préparation des plaques fluorescentes</i>	17
7. <i>Impression et développement</i>	17
Chapitre II. — ETUDE DES CLICHÉS..	19
8. <i>Emploi du microphotomètre de Fabry et Buisson</i>	19
9. <i>Emploi du microphotomètre enregistreur de Moll</i>	19
10. <i>Comparaison des indications données par les deux instruments</i>	20
11. <i>Détermination des facteurs de contraste</i>	22
12. <i>Détermination de la sensibilité relative</i>	25
Chapitre III. — ETUDE DES SOLVANTS.....	27
13. <i>Première série d'expériences</i>	27
14. <i>Deuxième série d'expériences</i>	29
15. <i>Troisième série d'expériences</i>	29
16. <i>Conclusion</i>	30
Chapitre IV. — PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES SUBSTANCES FLUORES- CENTES ESSAYÉES	31
17. <i>Propriétés générales</i>	31
18. <i>Spectre de fluorescence</i>	33

Chapitre V. — ETUDE DES PLAQUES AU SALICYLATE DE SODIUM	43
19. Première série d'expériences	43
20. Deuxième série d'expériences	44
21. Troisième série d'expériences	45
22. Quatrième série d'expériences	47
23. Remarque sur la sensibilité.....	51
24. Examen des résultats obtenus avec les deux microphotomètres	51
25. Construction des courbes de noircissement plus complètes à temps de pose variable dans la région d'exposition normale et celle de sous- exposition	57
Chapitre VI. — ETUDE DES PLAQUES TRAITEES PAR D'AUTRES SUBS- TANCES FLUORESCENTES	59
26. Observation préliminaire	59
27. Fluorescéine	59
28. Uranine	62
29. Sulfate de quinine	62
30. Diamodostilbène	62
31. Esculine	63
32. Anthracène	64
CONCLUSIONS	65
33. Rappel des principaux résultats obtenus avec le salicylate de sodium..	65
34. Essai d'interprétation	66
35. Conclusions pratiques	68
36. Résultats obtenus avec les autres substances fluorescentes	69
BIBLIOGRAPHIE	71

DEUXIEME THESE

Propositions données par la Faculté :

**Application
de la théorie de la diffusion moléculaire
à l'absorption atmosphérique**

Lu et accepté :

Les membres du Jury,

G. DÉJARDIN

J. DUFAY

M. PRETTRE

A. SEYEWETZ

Vu et approuvé :

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

H. LONGCHAMBON.

Vu et permis d'imprimer :

LYON, le 29 Novembre 1937.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

A. LIRONDELLE

IMPRIMERIE DE TRÉVOUX

G. Patissier

—
1938

